

Skarptrommelydens ulike bestanddeler i opptakssammenheng

Av
Vegard Fossum

Hovedoppgave i musikkvitenskap
Institutt for musikk og teater
Universitetet i Oslo
Oktober 2004

Forord

Takk til Hans T. Zeiner-Henriksen, Rolf Inge Godøy, Tor Halmrast og Alexander Refsum Jensenius.

Oslo, Oktober 2004

Vegard Fossum

| | |
|---|----|
| Forord | II |
| 1 Introduksjon | 3 |
| 1.1 Innledning | 3 |
| 1.2 Problemstilling og mål | 3 |
| 1.3 Avgrensning: | 5 |
| 1.4 Valg av fremgangsmåte - oversikt over oppgaven | 7 |
| 1.5 Kort innføring i enkelte sentrale begreper | 8 |
| 2. Skarptrommens fysikk | 12 |
| 2.1 Oppbygging av en skarptromme | 12 |
| 2.2 Vibreende membraner | 15 |
| 2.3 Lydutstråling - strålefelt fra skarptrommer: | 20 |
| 2.4 Eksitasjon | 22 |
| 2.5 Syntese av skarptrommelyd | 23 |
| 2.5.1 MAX patch – et forsøk på syntese av skarptrommelyden | 24 |
| 2.5.1.1 Kort introduksjon av Max/Msp | 24 |
| 2.5.1.2 Syntese av skarptommelyd | 25 |
| 2.6 Oppsummering ”Skarptrommens fysikk” | 27 |
| 3. Opptak og prosessering av skarptrommelyd | 29 |
| 3.1 Rommet – romakustikk | 29 |
| 3.1.1 Refleksjoner | 30 |
| 3.1.2 Absorpsjon | 33 |
| 3.1.3 Romresonanser | 35 |
| 3.1.4 Kamfiltrering | 37 |
| 3.1.5 Oppsummering ”Rommet – romakustikk” | 39 |
| 3.2 Mikrofoner | 39 |
| 3.2.1 Hva er en mikrofon? | 40 |
| 3.2.2 Ulike tekniske spesifikasjoner som brukes om mikrofoner | 40 |
| 3.2.3 Dynamiske mikrofoner | 43 |
| 3.2.4 Kondensatormikrofoner | 44 |
| 3.2.5 Retningsfølsomhet hos mikrofoner | 46 |
| 3.2.6 Mikrofonplassering | 48 |
| 3.2.7 Faseproblemer | 51 |
| 3.2.8 Oppsummering ”Mikrofoner” | 52 |
| 3.3 Prosesseringsverktøy | 52 |
| 3.3.1 Kompressor | 53 |
| 3.3.2 Equalizer | 56 |
| 3.3.3 Gate | 58 |
| 3.3.4 Klang | 59 |
| 3.3.4.1 Vanlige parametere i ”klangmaskiner” | 60 |
| 3.3.5 Oppsummering ”Prosesseringsverktøy” | 61 |
| 4. Analyse av skarptrommelyd | 63 |
| 4.1 Digitalisering av lyd | 64 |
| 4.2 Sonogramanalyse - Å lese et sonogram | 67 |
| 4.2.1 Sonograminnstillinger for analysene | 72 |
| 4.3 Wavelet analyse | 73 |
| 4.3.1 PAZ-Frequency | 74 |
| 4.4 Opptak og analyse av skarptrommelyd | 74 |
| 4.4.1 Forsøk nummer 1 – Innhold i skarptrommelyd | 77 |
| 4.4.2 Forsøk nummer 2 – Ulik eksitasjon – forskjellig plassering på skinnet | 82 |
| 4.4.3 Forsøk nummer 3 – Ulik kraft i eksitasjonen | 85 |

| | |
|--|-----|
| 4.4.4 Forsøk nummer 4 – Mikrofonplassering og mikrofonvalg | 87 |
| 4.4.5 Forsøk nummer 5 - Over- og undermikking..... | 93 |
| 4.4.6 Forsøk nummer 6 – effektprosessering | 95 |
| 4.4.6.1 Nr. 1 og 2 | 96 |
| 4.4.6.2 Nr. 3 og 4 | 97 |
| 4.4.6.3 Nr. 5 | 101 |
| 4.4.6.4 Nr. 6 og 7 | 101 |
| 4.4.7 Oppsummering av forsøk nr. 1 til nr. 6 | 102 |
| 5. Konklusjon | 104 |
| Litteraturliste | 106 |
| Bøker: | 106 |
| www-Referanser:..... | 107 |
| Appendiks: Innhold på cd-rom | 109 |
| Kom igang..... | 109 |
| Filer og mapper på CD-rom | 109 |
| Programmene | 109 |

1 Introduksjon

1.1 Innledning

De fleste musikere forholder seg til hvordan instrumentet deres låter. Man kan anta at mange utøvere ser på lyden i instrumentet som viktig og velger derfor sitt instrument med omhu. Gitarister vil f.eks. være nøye i valget av gitar og gitarforsterker, og mange fiolinister har nok et ønske om å ha en Stradivarius grunnet dens overlegne lydkvalitet. Men det er ikke bare instrumentet i seg selv som utgjør lyden som når frem til lytterne eller utøverne. Selv spiller jeg trommer, og som mange andre utøvere har jeg erfart hvor forskjellig instrumentet kan låte både i konsert- og innspillingssammenhenger. Disse erfaringene har skapt interessen for hva som er viktige bestanddeler som utgjør lyden i forskjellige sammenhenger. Det er rimelig å anta at ulike faktorer er av forskjellig betydning for henholdsvis konsert- og innspillingssammenhenger, men at kunnskap om disse i en av sammenhengene vil være delvis overførbare til den andre.

I denne oppgaven vil jeg undersøke trommelyd, og da spesielt skarptrommelyd i opptakssammenheng. Her er det mange interessante spørsmål som reiser seg. For eksempel: Hva er det som gjør at instrumentet låter som det låter? Hvordan produserer skarptrommen lyd? Hvordan påvirker valg av mikrofon og mikrofonplassering lyden som blir tatt opp? Hvilken innvirkning vil rommet ha på lyden som blir tatt opp? Hva er det de vanligste prosesseringsverktøy gjør med lyden?

1.2 Problemstilling og mål

Oppgavens problemstilling er: Hvilke ulike faktorer utgjør skarptrommelyden i opptakssammenheng¹?

For å få en forståelse av skarptrommelyden er det viktig å se på utenforstående faktorer som er med på å avgjøre hvordan en skarptromme låter, i tillegg til de akustiske egenskapene til trommen selv. Med utenforstående faktorer mener jeg:

- Romakustikk: Rommet som instrumentet blir spilt i, og da hvordan rommets akustiske egenskaper spiller inn på, eller gjenspeiler seg i hvordan skarptrommen låter.
- Mikrofoner: Hvordan ulike mikrofontyper og plassering av disse kan påvirke lyden.

¹ Se kap. 1.3 for begrunnelse om hvorfor det fokuseres på opptaks- og ikke konsertsammenheng.

- Effektprosessering: Hvordan de vanligste verktøy som brukes i sammenheng med skarptrommelyd fungerer.

Disse feltene er for store til at jeg kan gå i dybden på hvert felt, men det er allikevel hensiktsmessig for oppgaven at jeg gir korte forklaringer av de relevante elementene innen de enkelte feltene. Dette er for å få forståelse av hvordan skarptrommelyd oppstår, hvordan den oppfører seg, og hvordan den kan manipuleres for å oppnå individuelle behov.

Målet for denne oppgaven er å få en bredere kunnskap om hvilke faktorer som påvirker lyden i instrumentet, og å vite hvordan disse faktorene påvirker lyden. Mange musikere kan litt om lyd. De fleste trommeslagere kan stemme trommene sine og klarer å få den lyden de ønsker i trommesettet. Jeg ønsker å kunne bidra til kunnskap om lyden som går utover selve trommen. Det vil si at kunnskap om skarptrommelyden innbefatter vanlige faktorer som er med på å utgjøre den. Det er ikke bare i innspillingssammenheng at nevnte faktorer vil være viktige bestanddeler av lyden. Det er rimelig å anta at de er vel så viktige i konsertsammenheng hvor det brukes lydanlegg, men at lyden i slike sammenhenger er mer kompleks. Forhåpentligvis vil denne oppgave være nyttig for trommeslagere som selv ønsker å ha en helhetlig oversikt over skarptrommelyden i opptakssammenheng. Emnene som i denne oppgave blir omhandlet kan være tilgrunnliggende for undersøkelse av skarptrommelyd i konsertsammenhenger.

Som trommeslager ønsker jeg å få et mer reflektert forhold til lyden i instrumentet. Ved å vite mer om de ulike forutsetningene som ligger til grunn for skarptrommelyden i en opptakssammenheng vil man ha bedre forutsetninger for selv å inneha et større uttrykksspekter, og også vite mer om hvordan man kan oppnå ønsket lyd i ulike sammenhenger.

Forhåpentligvis kan slik kunnskap også føre til bedre fremførelser. Rossing sier:

”Performers may not be able to change the acoustics of a concert hall, but they can (consciously or unconsciously) adapt their performance to the particular hall, so that listeners receive the optimum quality of sound. To do this, it is important to understand some of the principles of room acoustics”.
(Rossing 2002, s.523).

Det som Rossing sier kan overføres til alle aspekter ved lyden og kunnskap om de vanligste faktorer som utgjør skarptrommelyden er derfor viktig slik at man som utøver har oversikt over, eller kan bidra til at den lyden som når lytterne samsvarer best mulig med den lyden man ønsker at lytterne skal høre.

Ønsket er at denne oppgaven skal gi leseren en dypere forståelse av skarptrommelyden i opptakssammenheng og hvordan rommet, mikrofonvalg og mikrofonplassering, samt hvordan ulike prosesseringsverktøy som kategorier påvirker lyden i opptakssammenheng.

1.3 Avgrensning:

Skal man se på ulike bestanddeler som utgjør skarptrommelyden i en opptakssammenheng, omfatter dette et stort og komplekst saksfelt. Viktige områder for en grundig forståelse av en hvilken som helst lyd er: Instrumentets fysikk, eksitasjon², opptak og effektprosessering.

I denne oppgaven vil jeg konsentrere meg om opptak av skarptrommelyd og kommer ikke til å undersøke skarptrommelyd i konsertsammenheng. I mange tilfeller vil lyden i konsertsammenheng være mer kompleks som følge av at man vanligvis har en blanding av lyden som kommer fra trommesettet og den som kommer ut igjennom høyttalerne. Plasseringen av høyttalerne i rommet vil påvirke lyden. Lyden i rommet vil også påvirkes av om det er tomt eller fullt av publikum. Man kan anta at lyden er mer kompleks i slike sammenhenger enn under opptak.

Når det gjelder mikrofonvalg og mikrofonplassering kan det være søkt å se på skarptrommen alene, tatt ut av kontekst, som følge av at det som regel vil være lekkasje av lyd fra skarptrommen til mikrofoner ved andre deler av trommesettet. Vanligvis vil altså skarptrommelyden bestå av lyden som blir fanget opp av flere mikrofoner enn akkurat den eller de mikrofonene som er brukt på skarptrommen. Derfor er ofte skarptrommelyden, sett i forhold til oppmikking, i mange tilfeller veldig kompleks. Allikevel antar jeg at de analysene jeg skal gjøre er hensiktsmessig i forhold til oppgavens omfang og mål, og at de forhåpentligvis vil gi nyttige resultater. Dette antar jeg fordi man i mange sammenhenger separerer lyden fra de ulike delene i trommesettet, og derfor er man avhengig av at hver enkelt del låter slik man ønsker. I dagens pop og rock-musikk brukes også mye samplede trommer, og det er derfor ikke så urelevant å se på skarptrommelyden isolert. I mange innspillinger byttes for eksempel den spilte skarptrommen ut med en samplet skarptromme. Det er også sannsynlig å anta at resultater fra analyse av skarptrommelyd kan overføres til andre deler av

² Med eksitasjon menes det å slå på trommen slik at det produseres lyd.

trommesettet, og at analyse av skarptrommelyd slik kan være nyttig for forståelsen av hvorfor trommer låter som de låter.

Det kan også være søkt å se på skarptrommelyden isolert da den så og si alltid fremtrer i sammenheng med resten av trommesettet og andre instrumenter i en miks. Allikevel er det rimelig å anta at de problemstillinger som her er presentert vil være nyttige for en grunnleggende forståelse av skarptrommelyden og at resultatene slik også kan føre til nyttig kunnskap relatert til plassering av skarptromme i en miks. Dette da jeg skal se på ulike bestanddeler som vanligvis utgjør skarptrommelyden i en miks. Samtidig er som regel skarptrommelyden distinkt og fremtredende i en låt og derfor er det interessant å se på de ulike bestanddelene som utgjør skarptrommelyden. Man kan si at skarptrommen er den viktigste trommen i trommesettet. Smith skriver:

”Skarptromma er på en måte hjertet i trommesettet eller som andre kaller det, rattet (som i en bil). Det er denne tromma vi bruker desidert mest og som de fleste har et spesielt forhold til” (Smith 04.04).

Jeg kommer ikke til å skrive noe om høyttalere i denne oppgaven da man kan anta at valg av høyttalere ikke spiller noen rolle for analysen. Dette til tross for at ulike høyttalere låter forskjellig, og at plasseringen i rommet vil ha stor betydning for lyden. Lyttesituasjonen i analysen vil være et fast parameter, og det vil derfor ikke være interessant å si noe om hvordan høyttalere virker i forhold til analysens mål.

Det samme vil være gjeldende for mikrofonforforsterkere. Alle mikrofonene som brukes i analysen går gjennom samme sett med mikrofonforforsterkere, som i praksis skal være helt like. Analysen har ikke som mål å se på hvordan ulike mikrofonforforsterkere låter, derfor brukes det nevnte settet av mikrofonforforsterkere, som slik er en fast parameter i analysen, og skal derfor ikke ha ulik innvirkning på mikrofonene som er tilkoblet.

Mikrofonkabler og AD/DA³-konverterer finnes også i forskjellige typer som er av ulik kvalitet. Jeg vil i denne oppgaven ikke se på forskjeller blant disse, men det er allikevel viktig å påpeke at lyden påvirkes forskjellig av ulike typer.

Jeg skal ikke gå i dybden av matematiske likninger verken når det gjelder skarptrommens akustikk, romakustikk, mikrofoner eller effektprosessering. I forhold til oppgavens målsetting finner jeg dette ikke nødvendig. Oppgavens målsetting antar jeg kan nås ved å gi en utgreiing

³ AD/DA står for henholdsvis analog til digital og digital til analog.

om hvert enkelt tema, uten å legge vekt på matematiske likninger. Dette vil kunne gi et grunnlag for en helhetlig forståelsen av skarptrommelyd.

Emnene som her er presentert har også relevans til andre interessante forskningsfelt som ikke vil bli omhandlet i denne oppgaven. På grunn av oppgavens omfang må det gjøres prioriteringer. Jeg kommer ikke til å se på skarptrommelyd ut fra et estetisk perspektiv. Dette gjelder både musikkstil og tidsperioder. Slik vil heller ikke ”sound”-begrepet bli drøftet. Snarere kan stoffet presentert i denne oppgaven ligge til grunn for slike drøftinger og analyser, og slik kan problemstillingen presentert her ha relevans til populærmusikkanalyse. I pop/rock-sammenheng er vanligvis skarptrommen svært vesentlig i lydbildet, slik at en grunnleggende forståelse av lyden vil være hensiktsmessig i forhold til slik analyse. Et annet eksempel vil være forskningsfeltet som dreier seg om psykoakustikk⁴. Som følge av oppgavens omfang er derfor også persepsjonsteorier og kognitiv psykologi utelatt i denne oppgaven.

1.4 Valg av fremgangsmåte - oversikt over oppgaven

For å oppnå mine mål med hovedoppgaven skal jeg gjøre opptak og analyser av skarptrommelyd i tillegg til å se på teoriene for de ulike faktorene som spiller inn på skarptrommelyden i opptakssammenheng. En gjennomgang av de ulike faktorene finner jeg nødvendig for forståelsen av hvordan disse påvirker lyden. Jeg kommer til å arbeide med digital lyd fordi det finnes gode redskaper for analyse av digital lyd. Analysedelen vil i hovedsak ta utgangspunkt i sonogrammer. Et sonogram gir en visuell fremstilling av frekvensinnholdet i en gitt lyd. Med utgangspunkt i teorien bak faktorer som påvirker skarptrommelyden vil jeg analysere opptak jeg har gjort.

Gjennom analyser av trommelyden vil jeg undersøke hvordan ulike faktorer påvirker lyden, og dermed tilegne meg kunnskap om hvordan man selv kan påvirke lyden fra instrumentet man spiller på. Håpet er altså at man med bakgrunn i denne kunnskapen skal kunne påvirke ulike elementer eller bestanddeler av lyden for slik selv å kunne oppnå eller eventuelt bidra til ønsket lyd.

⁴ Psykoakustikk defineres som mentale bilder av lyd og omhandler alt som skjer fra lyden treffer det ytre øret til de estetiske vurderinger man foretar.

Kapittel 2 omhandler skarptrommens fysikk, hvordan skarptrommer er bygd opp, vibrerende membraner og vibrasjonsmodaliteter. Med vibrasjonsmodaliteter menes hvordan membranen beveger seg og hvilket frekvensinnhold i lyden disse bevegelsene produserer. Kapitlet vil også omhandle lydutstråling og strålefelt fra skarptrommer. Det vil si hvordan lyden beveger seg ut fra trommen. Til slutt i dette kapitlet vil jeg forsøke å syntetisere skarptrommelyd med utgangspunkt i teorien som blir beskrevet.

Kapittel 3 omhandler ulike faktorer som vanligvis spiller en rolle for skarptrommelyden; romakustikk, mikrofoner og effektprosessering. Her vil jeg se på momenter rundt opptak av lyd, det vil si hvordan lyd oppfører seg i rom, hovedforskjellene mellom ulike mikrofontyper, og de vanligste prosesseringsverktøy som brukes på skarptrommelyd. Med prosesseringsverktøy menes verktøy som bearbeider lyden på en eller annen måte. Jeg vil se på kompressor, equalizer, ”gate” og kunstig klang.

I kapittel 4 presenteres analysene av skarptrommelyder. Ved hjelp av disse analysene ønsker jeg å tilegne meg nyttig kunnskap om hvordan ulike faktorer spiller en rolle for lyden, og dermed oppnå min målsetting ved å skrive oppgaven. I denne sammenheng har jeg først en kort gjennomgang av digitalisering- og digital representasjon av lyd, samt hvordan man gjør spektralanalyse, og hva man kan lese ut av sonogrammer.

1.5 Kort innføring i enkelte sentrale begreper

I denne oppgaven brukes en del begreper som omhandler lyd. Jeg finner det hensiktsmessig å definere disse begrepene i introduksjonen, slik at leseren får en innføring i sentrale begreper om nødvendig⁵.

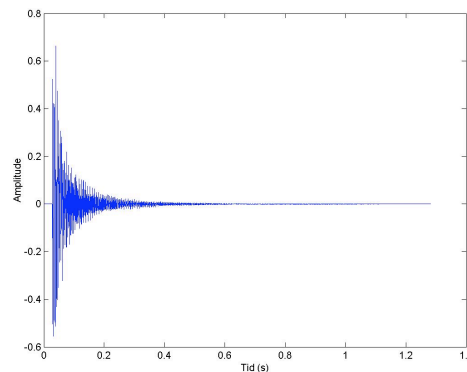
Først av alt vil det være hensiktsmessig å se på spørsmålet: ”Hva er lyd?” Lyd forårsakes av trykkendringer i et medium som f.eks. luft eller vann. Når trykkendringene i atmosfæren registreres av hørselsorganet kalles dette lyd. I luften er lyd hurtige variasjoner i lufttrykk⁶, som brer seg som bølger med en hastighet på 343 meter pr. sekund (1235 km/t) ved

⁵ Begrepene som her omhandles er; lyd, representasjon av lyd, desibel, amplitude, omhyllingskurve, attack, decay, timbre, transienter og loudness.

⁶ Lufttrykk måles vanligvis som hektoPascal (hPa).

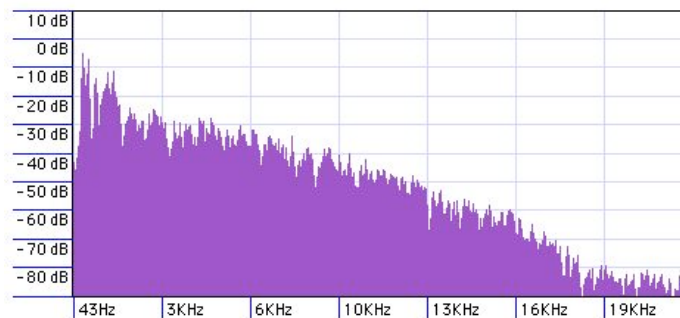
romtemperatur⁷ (Everest 1989, s. 60). Termen 'lydbølge' brukes vanligvis for å betegne de trykkendringer som oppfattes som lyd.

Lyd kan representeres på to forskjellige måter: i tids- og i frekvensdomenet. Representasjon i tidsdomenet viser endringer i lufttrykket eller amplitudenivå langs y-aksen og langs x-aksen vises tid (se Figur 1).



Figur 1: Illustrasjon av representasjon i tidsdomenet. Amplitudenivå vises langs y-aksen mens x-aksen viser tid.

Representasjon i frekvensdomenet viser frekvensinnholdet i en lyd. Frekvensinnholdet i en bølgeform kan vises på mange måter. En vanlig måte er å vise frekvensinnhold langs x-aksen. Høyden av hver linje indikerer amplituden av hver frekvenskomponent (se Figur 2).



Figur 2: Illustrasjon av representasjon i frekvensdomenet. Amplitudenivå vises langs y-aksen mens x-aksen viser frekvens⁸.

Vanligvis brukes parametre som periodisk og aperiodisk for å beskrive en lydbølge eller dens bølgeform. Periodiske lydbølgeformer representerer lydbølger med form som

⁷ Lydhastigheten er avhengig av atmosfærisk trykk og temperatur, hvor sistnevnte er den viktigste faktoren. Hastigheten ved 0 grader Celsius er 332 meter pr. sekund, og den øker med 0,6 m/s for hver grad Celsius temperaturen stiger (Rossing 2002, s. 46-47).

⁸ Frekvens betegnes med Hz som er forkortelse for Hertz som betegner antall svingninger per sekund.

forekommer i et repeterende mønster. Aperiodisk bølgeform representerer det motsatte av periodisk og blir betegnet som 'støy', som også refereres til som kaotisk bølgeform.

Desibel⁹ (dB) er en logaritmisk ¹⁰ måleenhet for kraft, volum eller styrkegrad i lydsystemer. I akustiske måleforhold viser dB-skalaen forholdet mellom et nivå og et referansenivå. Referansenivået er vanligvis hørselgrensen for at noe er hørbart. Smerteterskelen i forhold til denne referansen vil være rundt 125dB. Slik ligner altså desibel på prosentregning hvor man ser på forholdet mellom faktorer. En forskjell i dB mellom to lyder kan vises som forskjell i amplitude. Definisjonen David Butler (Butler 1992) gir for amplitude er denne:

"amplitude The extent of travel of a vibrating body from its at-rest position or the peak value attained by a sound wave during a single vibratory cycle"
(Butler, 1992, s.221).

Enkelt fortalt kan man altså si at amplituden er lydbølgens høyde når man ser den representert som forandring i lufttrykk versus tid. Rossing definerer amplitude som den maksimale forflytning fra likevekten i en bølge (Rossing 2002, s. 56).

Amplituden i en lyd er sjelden konstant. Vanligvis vil den ha en utvikling over tid. Begrepet 'amplitude envelope' betegner den grafiske fremstillingen av en lyds overordnede amplitude i et gitt tidsutsnitt. Det vil si hvordan lydnivået eller amplituden forandrer seg over tid. Rossing definerer 'envelope' som:

"envelope Time variation of the amplitude (or energy) of a vibration" (Ibid, s. 36).

"Time history of the amplitude" (Ibid, s. 96).

Alle lyder har en attackform. Vanligvis benyttes dette begrepet for å angi det tidsrommet f.eks. en tone er hørbar og frem til tonen har nådd sin fulle lydintensitet eller maksimumsnivå. For skarptrommelyd vil dette være fra det øyeblikket trommestikken treffer skinnet til lyden har nådd sitt maksimale amplitudenivå. En lyds uttoning frem til øyeblikket før den ikke høres mer (tiden mellom attacket og en lyds slutt) betegnes vanligvis med termen 'decay'.

I vanlige lyttesituasjoner vil det sjelden være tilfellet at en lyd ikke har decay. Dette er fordi at selv om et instrument egentlig ikke har decay, vil refleksjoner av lydbølger i rommet gi en opplevelse av decay. Selv om man lytter til en innspilling i høretelefoner vil det være decay som følge av at lydopptak vanligvis inneholder en eller annen form for rom-decay.

⁹ Desibel er en logaritmisk måleenhet oppfunnet av ingeniører ved 'Bell Telephone Laboratory'.

¹⁰ Fordi variasjonsomfanget for lydtrykk er veldig stort brukes logaritmisk skala.

Et annet begrep som trengs å defineres når man skal undersøke skarptrommelyd er 'timbre'.

En standard definisjon av klangfarge eller timbre er:

"timbre is that attribute of auditory sensation in terms of which a listener can judge that two sounds similarly presented and having the same loudness and pitch are dissimilar" (Ibid, s. 146).

Timbre, eller klangfarge, er altså den kvaliteten en lyd har som f.eks. skiller en stemme eller et instrument fra andre med samme tonehøyde og volum. Klangfarge er avhengig av de forskjellige harmoniske- og uharmoniske frekvensene som utvikler seg over tid, og er derfor et komplekst fenomen.

Karakteren eller klangfargen til en lyd bestemmes av to nøkkelfaktorer. Det er de harmoniske og uharmoniske overtonene som utgjør lyden, og måten disse komponentene forandrer seg i både volum og tonehøyde mens lyden brer seg. Hvordan nivået til de forskjellige deltoner og overtoner forandrer seg over tid bestemmer den såkalte "envelopen" eller omhyllingskurven til lyden. Frekvensspekteret til en lyd, og spesielt måten ulike partialtoner (deltoner) utvikler seg i amplitude i løpet av starttransientene, er viktige i bestemmelsen av timbre (Grove, 'transients').

For å forstå hva som menes med starttransienter er det hensiktsmessig å definere hva transienter er. Transienter er en hvilken som helst del av et signal hvor et signifikant kjennetegn tilhørende signalet forandres over tid (Grove). Rossing definerer transienter slik:

"**transients** A sound that does not reoccur, at least on a regular basis" (Rossing 2002, s. 147).

Den delen av signalet som er samsvarende med denne innledende utviklingen av vibrasjoner kalles attakktransienter (Grove, 'start transients').

Et siste begrep som er viktig er det som kalles "loudness" og oversettes vanligvis til norsk som 'opplevd styrkegrad'. Rossing definerer dette som en subjektiv kvalitet ved lyden i motsetning til lydintensitet som er en målbar størrelse. Rossing skriver:

"**loudness** Subjective assessment of the 'strength' of a sound, which depends on its pressure, frequency, and timbre; loudness may be expressed in sones" (Rossing 2002, s. 118).

2. Skarptrommens fysikk

I dette kapittelet vil jeg se på hvordan en skarptromme er bygd opp, og se på skarptrommens akustikk. Det vil si hvordan den fungerer akustisk som et vibrerende system.

En standard klassifisering som følger Sachs-Hornbostel systemet¹¹ (Schloss 1985), deler instrumenter inn i fire hovedkategorier. Disse er:

- **Idiophones** hvor det vibrerende materialet er det samme objektet som det man spiller på. For eksempel woodblocks, gong, cymbaler etc.
- **Membranophones** hvor det vibrerende materialet er en membran, (for eksempel trommer eller kazoo).
- **Chordophones** hvor det vibrerende materialet er en eller flere strekte strenger, (for eksempel gitar).
- **Aerophones** hvor det vibrerende materialet er en søyle av luft, (for eksempel fløyte, obo, etc.).

Som nevnt ovenfor faller trommer inn under kategorien membrafoner. Som vibrerende system kan trommer deles inn i tre kategorier¹² (Rossing 1992, s.84). Den første er de som består av en enkelt membran som er koblet til et lufthulrom (f.eks. pauker og tablas). Den andre kategorien er de som har en membran strukket over et åpent skall (f.eks. congas og bongos). Den tredje kategorien er de som består av to membraner som er koblet sammen av et lukket lufthulrom (f.eks. stortromme og skarptromme). Det er den tredje av disse kategoriene jeg vil se nærmere på. For å få en bedre forståelse av lyden skarptrommen produserer vil jeg studere hvordan den er bygd opp og hvordan den produserer lyd.

2.1 Oppbygging av en skarptromme

En skarptromme kan være laget av forskjellige typer materiale. I hovedtrekk kan man skille mellom skarptrommer laget av tre eller metall. Skarptrommer av metall kan bestå av forskjellige typer metallegeringer. De vanligste typene er aluminium-, stål-, kobber- eller bronselegeringer.

¹¹ Hierarchical classification devised by E.M. von Hornbostel and C. Sachs and published by them in Zeitschrift für Ethnomusicology in 1914 (Grove).

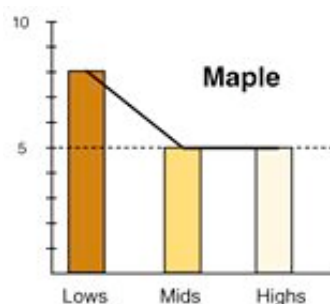
¹² Trommer kan også kategoriseres etter etnisk opprinnelse.

Under kategorien for tre-trommer er det vanligst med de som er lagd av lønn, eik eller bjørk. Det er sjelden trommene lages av hele stykker tre¹³. Oftest består de av flere lag tre som er limt sammen, og det vanligste er 6- eller 7 lag. Tykkelsen på de forskjellige lagene kan variere noe. Sammensetningen av disse forskjellige lagene, og antall lag, er med på å bestemme karakteren til lyden i trommen. Enkelte veksler også med ulike tresorter i de forskjellige lagene. Generelt kan man si at tykkere skjell eller trommekropp vil gi mer lyd (høyere lydnivå/volum). Om tykkelsen på trommekroppen sier Smith:

”Tykkelsen på tromme-”shellet” er viktig for klang og resonans... De siste årene har trenden vært tynnere lag med tre. Tromma låter da mye mer åpent med lang sustain og klar, ren tone... Tykkere trommer kan ofte ha mye volum, men ikke så mye resonans. Tynnere trelag kan igjen gi mye tone, men kanskje ikke så mye trøkk” (Smith 04.03).

Den primære forskjellen mellom lønn og bjørk, er forskjellen i deres tonale karakteristikk. Lønn gir mer energi ved den lave delen av frekvensregisteret, og har et lavere, men jevnt energinivå ved mellomtone og diskant (se Figur 3). Smith sier at lønnetrommer har en åpen, fullendt tone og godt med både topp- og bunnfrekvenser (Ibid). Trommer av bjørk har mer energi i bunn- og diskantregisteret, og mellomtoneområdet har lavere energinivå enn hva trommer av lønn har (se Figur 4). Mange beskriver lyden i trommer av lønn som ”varm” og ”jevn” i frekvensresponsen, mens trommer av bjørk ofte karakteriseres som ”klar” eller ”lys” på grunn av at disse produserer mer lyd i diskantregisteret enn hva lønn gjør. Smith karakteriserer trommer av bjørk sammenlignet med lønn slik:

”Sammenlignet med lønn har bjørketrommer et mindre omfang i de lavere frekvensene, mens de yter mer i toppen. De er litt hardere og lysere i klangen. Tonen blir fokusert, fet og en smule tørrere enn lønn” (Ibid).



Figur 3: Figuren viser en enkel representasjon av frekvensinnholdet hos trommer av lønn ved bunntone, mellomtone og diskant. Amplitudenivå vises på y-aksen, mens x-aksen viser frekvens (Okamoto).

¹³ Det finnes firmaer som lager trommer av hele stykker tre. F.eks. FIKS.DRUM i Stavanger.



Figur 4: Figuren viser en enkel representasjon av frekvensinnholdet hos trommer av bjørk ved bunntone, mellomtone og diskant. Amplitudenivå vises på y-aksen, mens x-aksen viser frekvens (Ibid).

På over- og undersiden av sylindren som enten er av tre eller metall er det satt på skinn. Det finnes utallige mange forskjellige typer skinn, som kan brukes i ulike kombinasjoner. Trommeskinn får man i ulike tykkelser, og de kan være doble eller enkle. Skinnet som er festet på oversiden av trommen kalles slagskinnet, mens det på undersiden kalles resonansskinnet. Som regel er disse skinnene laget av plast (syntetiske trommeskinn), men man får også kjøpt skinn av dyr (kalveskinn er det vanligste). På skarptromme er det vanligst å bruke slagskinn som er 'coated'¹⁴. 'Coated' vil si at det er lagt et belegg over skinnet som påvirker lyden. Smith påpeker at coatingen vil redusere høye overtoner (Smith 03.04). Resonansskinnet på skarptrommen er som regel tynt og det har ikke coating. Slike skinn gir litt "krispere" seidelyd da et tynnere skinn lar seiderne vibrere litt lenger enn hva tykkere skinn tillater (Ibid).

Under resonansskinnet er det altså festet noe som kalles seider. Dette er en remse med metalltråder (som oftest 20 stk.) som ligger parallelt inntil skinnet. Disse fåes i forskjellig bredde. Seiderne har stor innvirkning på lyden som kommer ut av skarptrommen. Det er seiderne som lager støyen i lyden. Det er viktig å presisere at ordet 'støy' her ikke har den betydning som vanligvis forbindes med ordet i sammenheng med akustikk (støy = uønsket lyd). Støy er i denne sammenheng en ønsket del av lyden. Seiderne kan strammes slik at disse får den spenningen man ønsker. Om hvordan seiderne fungerer sier Rossing:

"The coupling between the snares and the snare head depends upon the mass and the tension of the snares. At a sufficiently large vibration amplitude in the snare head, properly adjusted snares will leave the head at some point during the vibration cycle and then return to strike it, thus giving the snare drum its characteristic sound. The greater the tension on the snares, the larger the amplitude needed for this to take place.... The snare tension is optimum when both the head and the snares are moving at maximum speed in opposite directions at the moment of contact" (Rossing 2002, s.290).

¹⁴ Når man snakker om denne type skinn brukes vanligvis det engelske ordet 'coated' som på norsk kan oversettes til 'belagt' eller 'overflatebehandlet'.

Som Rossing påpeker i sitatet over må seiderne strammes til en spenning slik at man får ønsket lyd i forhold til hvor hardt man slår på trommen. Når seiderne beveger seg vil de berøre skinnet med ulike tidsintervaller, og hvor lenge seiderne beveger seg påvirkes av hvor stramme de er i forhold til hvor stramt skinnet er og hvor hardt man slår. For stramme seidere kan føre til liten bevegelse i disse og man vil dermed ikke få den bevegelse som trengs for å få best mulig utbytte av dem. I motsatt tilfelle vil for slakke seidere få for mye bevegelse og den karakteristiske lyden lages i et lengre tidsrom enn ønsket. Det optimale resultat får vi når både skinnet og seiderne beveger seg i motsatt retning av hverandre på tidspunktet ved kontakt. I dette tilfellet er påvirkningen mellom seiderne og skinnet størst.

Skarptrommen består altså av to forskjellige typer lyder. Den ene er den tonale lyden, mens den andre er støy. I forhold til andre trommer er dette helt spesielt. Skarptrommen er den eneste trommen som har seidere (som produserer støy).

Som vi har sett ovenfor så spiller materialet som trommekroppen er lagd av og valget av skinn inn på lyden i skarptrommen. Andre faktorer som påvirker skarptrommelyden er dybden på trommen, diameteren på trommen, rimmen¹⁵ (hva denne er lagd av), vinkelen på kanten som skinnet ligger på, finish (om trommene er lakkert, oljet eller ubehandlet) og hardware (feste-mekanismene som holder de ulike delene av trommen sammen). Jeg vil ikke se mer på dette, men i stedet se på teorien om vibrerende membraner. Dette er på grunn av at trommeskinn er en vibrerende membran, og at man kan anta at disse har veldig stor innvirkning på den lyden som produseres av skarptrommen.

2.2 Vibrerende membraner

Formålet med dette avsnittet er at man skal få en ide om hvordan en skarptromme fungerer med hensyn til ulike akustiske trekk og egenskaper. Jeg vil derfor se på teorien om vibrasjoner i membraner.

All musikalsk lyd lages av et eller annet slags vibrerende system, enten det er strengen på en gitar eller skinnet på en tromme. Ofte består det vibrerende systemet av to eller flere vibratorer som arbeider sammen, slik som f.eks. strengene og kroppen i en gitar (Ibid, s.31). Trommeskinn er membraner av skinn eller syntetiske stoffer som er strukket over en ramme som kalles trommeskallet eller trommekroppen. Disse membranene kan vibrere.

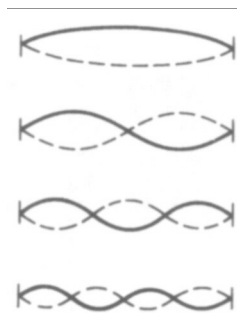
¹⁵ Rimmen er det som holder skinnet over trommekroppen.

For at det skal være enklere å henge med i neste avsnitt vil jeg nå gi en forklaring på de engelske uttrykkene 'nodes' og 'nodal lines'. Jeg oversetter disse uttrykkene til norsk som knuter og knutelinjer. Rossing definerer 'nodes' som:

"Points or lines that do not move when a body vibrates in one of its modes"
(Ibid, s. 306).

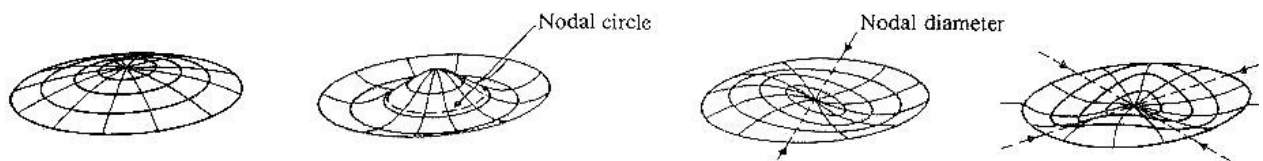
"node, or nodal line A point or line where minimal motion takes place"
(Ibid, s. 36)

Det vil være enklest og først forklare dette med en gitarstreng som eksempel. I en streng vil knutepunktene være der hvor strengen verken beveger seg opp eller ned. Figuren under illustrerer dette (se Figur 5).



Figur 5: Figuren viser ulike vibrasjonsmodus i en streng hvor man ser knutepunktene (Ibid, s. 31).

En forskjell mellom strenger og membraner er at i membranen erstatter knutelinjer knutepunktene som opptrer langs en streng. I membraner er disse knutelinjene sirkler og diametre (Ibid, s.283). Fire modus i en vibrerende sirkulær membran er illustrert i Figur 6.



Figur 6: "Modes of circular membrane. The first two modes have circular symmetry; the second two do not" (Ibid, s. 32).

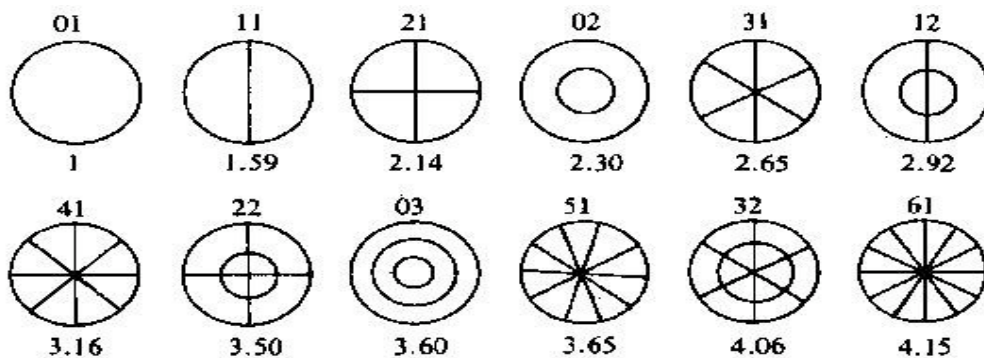
I figuren over ser vi disse knutelinjene hvor de opptrer som både sirkler og diametre. De to første har knutelinjer som er sirkulære, mens de to siste har knutelinjer som er radiale (fra venstre mot høyre i figuren). At de er radiale vil si at de er rettet langs diameteren i membranen. En eller flere knutelinjer utgjør en vibrasjonsmodus. Slik kan altså en vibrasjonsmodus bestå av forskjellige knutelinjer som både er sirkulære og radiale.

Man kan dele vibrasjonsmodusene inn i to hovedgrupper som kalles radial- og sirkulærmodus. Den enkleste vibrasjonsmodus er (0,1) modusen. Det første tallet beskriver radiale modus og det andre tallet beskriver sirkulære modus. Denne vibrasjonsmodus har altså ingen radiale

modus, men den har en sirkulær modus. I (Figur 6) har membranen helt til venstre denne (0,1) modus. De to neste modus som mangler radiale komponenter, er (0,2) og (0,3) modusene. Slik vil (1,1) modus ha en radialmodus og en sirkulærmodus.

De ulike vibrasjonsmodusene produserer forskjellige frekvenser. Jeg vil nå se på hvilke frekvenser de tolv første vibrasjonsmodusene produserer. Hvilke frekvenser som produseres er hentet fra Rossings artikkel om skarptrommens akustikk (Rossing 1992).

Som tidligere forklart er den enkleste vibrasjonsmodus den som kalles (0,1). Denne produserer det som kalles fundamentalfrekvensen (grunnfrekvensen). Figur 7 beskriver hvilken frekvens de tolv første vibrasjonsmodus har i forhold til fundamentalfrekvensen.



Figur 7: "Modes of an ideal membrane, showing radial and circular nodes and the customary mode designation (the first number gives the number of radial modes, and the second number the circular nodes, including the one at the edge). The number below each mode diagram gives the frequency of that mode compared to the fundamental (0,1) mode" (Rossing 2002, s. 283).

Ved å gange fundamentalfrekvensen med tallet som står under hver vibrasjonsmodus i figuren over (Figur 7) finner man frekvensen som produseres av de ulike vibrasjonsmodusene. For eksempel vil (1,1) modus ha frekvensen 159Hz hvis fundamentalfrekvensen er 100Hz (100 multiplisert med 1,59).

Vibrasjonene i membranen blir mye mer komplekse når mange sirkulære og radiale knutelinjer blandes sammen. Mange modus blir fremkalt hver gang man slår på membranen, og det er sannsynlig at alle modusene som er vist i figuren over og mange flere vil være tilstede ved eksitasjon av membranen.

Om slektskapet eller forholdet mellom frekvensene som produseres i en membran sier Rossing:

"One major difference between vibrations in the membrane and in the string, however is that the mode frequencies in the ideal string are harmonics of the fundamental, but in the membrane they are not" (Rossing 2002, s. 283).

Slektskapet mellom frekvensene i en membran er altså uharmonisk, og det er derfor sannsynlig at man vil høre en atonal lyd uten noen gjenkjennelig tonehøyde når membranen vibrerer. Et unntak kan være hvis en vibrasjonsmodus dominerer slik at den ekskluderer alle andre. Som Rossing påpeker produserer membraner lyd som ikke er harmonisk. Slik vil en forskjell mellom en streng og en membran være at man ved å stemme en membran ikke får harmonisk lyd, mens man i gitaren får harmonisk lyd. Når det her er snakk om stemming av membraner så vil det altså ikke si at man stemmer for å oppnå harmonisk lyd slik man gjør når man f.eks. stemmer en gitar.

”Membranes can vibrate in many modes that are not normally harmonic”
(Ibid, s. 32).

Forskjellen mellom en harmonisk oscillator¹⁶ (for eksempel en strukket streng) og en sirkulær membran ligger i dimensjoner. Det vil si at strengen har bare en dimensjon, mens membranen har to dimensjoner. Med dimensjon menes her hvordan massen beveger seg (f.eks. er bevegelse langs en rett linje endimensjonal) (Fletcher 1991, s. 4). Dette gjør at strengen har overtoner som opptrer på heltallmultipliseringer av fundamentalfrekvensen, og høres derfor ut som stemt eller harmonisk lyd. Overtonene til en membran opptrer ved uharmoniske frekvenser som ikke har noen opplagt forbindelse til fundamentalfrekvensen, og derfor høres slik lyd sjelden musikalsk ut for oss (det finnes unntak, f.eks. pauker eller tablas) (Rossing 2002, s.285). Selv om det kanskje ikke er opplagt, så er forholdet mellom frekvensene langt fra tilfeldige. De bestemmes av kompliserte ligninger som kalles for Bessel-funksjoner¹⁷ (Reid 2002).

Frekvensinnholdet som produseres i ekte membraner kan være forskjellige fra de som tilhører en ideell membran. Om faktorer som medvirker til å endre modusfrekvenser sier Rossing:

”The principle effects in a membrane acting to change the mode frequencies are air mass loading, bending stiffness, and stiffness to shear” (Rossing 1992, s.84).

Rossing påpeker at hvis trommeskinnenes vibrasjonsmodus fører til en forandring i luftvolumet på innsiden av trommen, så vil dette heve frekvensene til disse modus (Ibid, s.84).

¹⁶ Harmonisk oscillator: gjenstand som utfører harmoniske svingninger. Slike svingninger oppstår f.eks. hvis gjenstanden trekkes mot likevektstillingen med en kraft som er proporsjonal med avstanden fra den (storenorskeleksikon.no).

¹⁷ En funksjonstype innført av astronomen og matematikeren Friedrich Willhelm Bessel (1784-1846)

Herav vil det altså være rimelig å anta at de ulike modusfrekvensene vil variere som følge av at luftvolumet inne i skarptrommen varierer avhengig av eksitasjonen.

Det er også et samspill mellom de to skinnene på skarptrommen. Om koblingen mellom over- og underskinn sier Rossing:

”In the snare drum, [...], there is appreciable coupling between the two heads, especially at low frequency” (Rossing 2002, s. 288).

Jeg skal ikke se nærmere på samspillet mellom disse skinnene og de ulike vibrasjonsmodus som kan finne sted, men det er allikevel vært å merke seg denne koblingen for forståelsen av hvor kompleks skarptrommelyden er.

I tillegg til at det er mange ulike vibrasjonsmodus som kan forekomme i membranene når det spilles på en skarptromme, er det også ulike vibrasjonsmodus for selve skarptrommekroppen.

Om vibrasjoner i trommekroppen sier Rossing:

”Although the shell vibrations have a much smaller amplitude than those of the heads, they can influence the sound of the drum, [...]” (Ibid, s. 290).

Av dette ser man altså at selve trommekroppen også kan ha forskjellige vibrasjonsmodus.

Jeg vil nå se nærmere på stemming av skarptrommen. Det kan synes som om det ikke er noen standard for stemming av over- og underskinn blant utøvere. Mange trommeslagere setter det tynne (resonans) skinnet til en litt lavere spenning (hvor stramt skinnet er rundt ”kroppen”) enn slagskinnet. Rossing påpeker at selv om resonansskinnet har lavere spenning, er allikevel de forskjellige vibrasjonsmodus høyere i frekvens ved dette skinnet enn ved slagskinnet (Rossing 1992, s. 85). Dette skjer fordi resonansskinnet ofte har mindre masse enn slagskinn (resonansskinnet er som regel veldig tynt sammenlignet med slagskinnet). Det er altså vanlig at resonansskinnet har høyere tonehøyde enn slagskinnet. Det er viktig å huske på at nesten hver enkelt trommeslager har sin egen måte og stemme på og det er derfor ulik praksis for hvordan spenningen mellom de to skinnene er. Generelt kan man si at hvis man stemmer de to skinnene til samme ”tonehøyde” vil man få lang resonans. Ved å stemme resonansskinnet til en lavere tonehøyde enn slagskinnet får man noe kortere resonans, og kortest resonans får man ved å stemme resonansskinnet høyere enn slagskinnet. Vanligvis stemmes hvert enkelt skinn slik at det er lik spenning langs kanten rundt hele skinnet.

Decayverdier til ulike vibrasjonsmodus synes å være avhengig av forskjellige faktorer. For det første vil stativet som skarptrommen står på påvirke decayverdiene slik at en fastere/-

strammere kobling mellom disse vil føre til at mer energi blir overført fra trommen til stativet (Ibid, s. 89). Dette vil da føre til raskere decayverdier. For det andre vil plasseringen av slaget påvirke decayverdiene for de ulike vibrasjonsmodus (Ibid, s. 91).

Den relative amplituden til vibrasjonsmodusene man hører fra en membran vil også være avhengig av fra hvilken posisjonen man lytter til trommen. Dette er på grunn av at de ulike modus har ulike strålingsmønster (Ibid, s. 90). I neste delkapittel skal jeg se nærmere på dette fenomenet.

2.3 Lydutstråling - strålefelt fra skarptrommer:

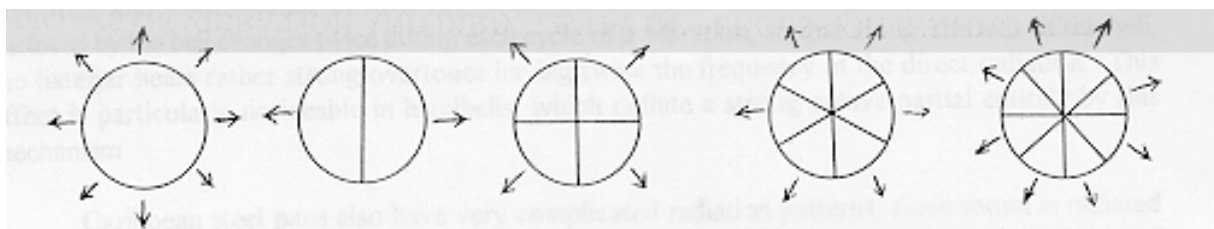
"Every sound-producing mechanism has a characteristic radiation pattern. This three-dimensional pattern describes the amplitude of sound projected by the device in all directions. In traditional acoustical instruments, the radiation pattern is frequency-dependent (Fletcher and Rossing 1991).

"That is, it changes depending on the frequency being radiated" (Roads 2000, s. 469).

Som man ser av sitatet over har hver eneste lydproduserende mekanisme et karakteristisk mønster for lydutstråling. Med lydutstråling menes hvordan frekvensinnholdet i en lyd sprer seg ut fra kilden. Jeg skal nå se nærmere på hvordan dette fungerer når det gjelder skarptromme. Dette vil jeg gjøre fordi slik informasjon vil være nyttig sett i forhold til bruk av mikrofoner i opptakssammenheng. Om lydutstråling og mikrofoner sier Rossing:

"The directional dependence of the sound field radiated by nearly all of the modes makes the sound spectrum strongly dependent on direction. This is an important fact to consider when a drum is played outside away from reflecting walls (as in a marching band) or microphones are placed near the drum in the direct sound field" (Rossing 1992, s. 93).

Som beskrevet tidligere vil man ved å slå på en skarptromme sette i gang vibrasjoner i membranen. Rossing påpeker at hver vibrasjonsmodus har sitt eget karakteristiske strålingsmønster (Rossing 1996). Slik kan altså klangfargen til trommen bli ganske forskjellig i ulike retninger. Figuren under (Figur 8) viser strålingsmønsteret for vibrasjonsmodusene (0,1), (1,1), (2,1), (3,1) og (4,1) fra venstre mot høyre i figuren.



Figur 8: "Five modes of vibration of a drumhead. Arrows indicate the directions of maximum sound radiation in the plane of the membrane" (Ibid).

I en skarptromme påvirker strålingsmønstrene fra både over- og underskinn hverandre, og retningen på lyden blir enda mer kompleks. De to membranene påvirker hverandre kraftig når de vibrerer, og slik blir strålingsmønsteret ganske forskjellig fra trommer med bare en membran (Ibid). Figur 9 viser fire vibrasjonsmodus i en skarptromme der membranene vibrerer på samme måte som de gjør i de to første modusene i Figur 8 ((0,1)- og (1,1) modus). Det vil si at de to første bildene i Figur 9 vibrerer i (0,1) modus, mens de to siste vibrerer i (1,1) modus.

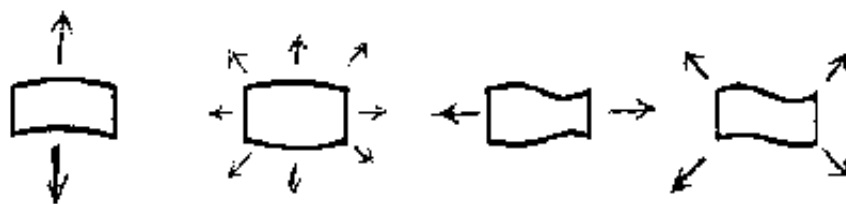


Figure 9: "Four modes of vibration of a two-headed snare drum. The heads vibrate in much the same patterns as the first two modes in [(Figure 8)]. Directions of maximum radiation for each mode are shown by the arrows" (Ibid).

Om lydutstråling fra trommer med både over- og underskinn sier Rossing:

"Sound radiation from drumheads vibrating their (1,1) or higher mode tends to be quite inefficient due to the fact that areas moving in opposite phase are separated by less than one-half the sound wavelength in air. This means that air mainly flows back and forth next to the membrane with relatively little energy going into sound radiation. In spite of the inherent inefficiency of the radiation process, however, drums tend to radiate strongly, because the volume of air moved by their drumheads is large" (Rossing 1992, s. 84).

Han påpeker altså at på tross av den iboende ineffektiviteten i strålingsprosessen, tenderer trommer til å stråle kraftig fordi luftvolumet som flyttes av skinnene er stort.

Fra en bestemt posisjon kan man f.eks. høre mye av (2,1) modus og veldig lite av (3,1) modus, og fra en annen posisjon kan situasjonen være det motsatte. Derfor vil to lyttere ikke høre nøyaktig den samme lyden ved et gitt tidspunkt. Dette er spesielt tilstede i friluft, men i konsertsaler vil denne forskjellen i lydutstråling være redusert som følge av refleksjonene av lydbølgene i lokalet¹⁸.

Vi har sett hvordan ulike vibrasjonsmodus har sine egne strålingsmønstre, og det er derfor naturlig å anta at skarptrommens lyd og klangfarge vil være ulik i forskjellige retninger. Decayverdiene for hver enkelt modus er også forskjellige, så klangfargen forandres over tid (Ibid, s.93-94). Med bakgrunn i hva jeg har beskrevet tidligere om trommens fysikk, ser man

¹⁸ Refleksjon av lydbølger sees nærmere på i kap. 3.1.1.

at både typen skinn og materiale i trommekroppen påvirker skarptrommens timbre. Slik vil også stativet som trommen står på påvirke lyden da mye av energien vil bli flyttet over fra skarptrommen til stativet. Denne prosessen avhenger av massen og stivheten til trommekroppen og stativet (Ibid, s. 93).

En annen viktig faktor som påvirker skarptrommens timbre er eksitasjon. I neste kapittel skal jeg se nærmere på eksitasjon av skarptromme.

2.4 Eksitasjon

Eksitasjonen av skarptrommen er med på å bestemme en god del av hvordan den låter. Typen trommestikke, hvor på skinnet man treffer, og kraften trommestikken har når den treffer skinnet, er med på å bestemme hvordan lyden blir. Disse faktorene vil gi forskjeller i frekvensspekteret til lyden.

Eksitasjonen av de ulike modus er avhengig av hvor på trommen man slår. Et eksempel er når man slår i midten av trommen. Da fremkaller man modusene (0,1), (0,2), (0,3) osv. Som vi har sett tidligere kan man ikke fremkalle en vibrasjonsmodus som har en knutelinje som går igjennom der man slår på trommen (Rossing 2002, s. 306), og slik vil man ved eksitasjon i midten av trommen ikke ha noen radiale modus. Ved å slå på ulike steder på trommeskinnet vil ulike vibrasjonsmodus fremkalles, og man får ulik lyd ut av trommen. Som vi har sett tidligere er knutelinjene der hvor skinnet ikke beveger seg verken opp eller ned, eller der hvor det er minimal bevegelse.

Når man slår på slagskinnet, starter luftmassene på innsiden av trommen å vibrere, og dette gjør at også resonansskinnet vibrerer. Denne koblingen påvirker de ulike frekvensmodusene til begge skinnene. Når slag- og resonansskinnet er stemt ulikt, kan disse ha ulike vibrasjonsmodus (Rossing 1992, s. 85). Dette medvirker til at man vanligvis ikke har en definert tonehøyde i skarptrommer. Når man slår på overskinnet vibrerer underskinnet mot seiderne.

Undersøkelser viser at størrelsen på trommestikkens tupp har utslag på skarptrommelydens frekvensinnhold (Irwin 1998). Forskningsresultatene viser at stikkettupper med diameter på mindre enn 15 mm forårsaker signifikant energi over de første partialtonene. Medium størrelse på stikkettuppene (15-20 mm i diameter) forårsaker mer energi i de første partialtonene. Siden de fleste trommestikkettupper har en diameter som ligger innenfor

mediumområdet, vil det være små forskjeller i frekvensinnholdet som følge av valg av trommestikke.

En trommelyd har vanligvis et veldig raskt angrep. Trommelyd er oftest generert ved slag, og lyden som produseres når vanligvis sitt maksimum i løpet av kort tid. Lyder som har blitt forandret med en stor grad av signalprosessering kan miste dette kjennetegnet. Et opplagt eksempel kan være hvis lyden er kjørt baklengs.

Trommelyd har vanligvis en ”naturlig” decaytid med mindre det har blitt lagt på klang eller at lyden er blitt alterert ved hjelp av signalprosessering. Som vi har sett har de ulike vibrasjonsmodus ulike decayverdier.

2.5 Syntese av skarptrommelyd

Jeg skal nå forsøke å syntetisere skarptrommelyden med utgangspunkt i hva jeg har skrevet om skarptrommens akustikk. Gjennom syntese kan man sette sammen ulike bestanddeler av skarptrommelyden. Ved å sette opp ulike parametere for hva som kjennetegner skarptrommen kan man ha kontroll over disse bestanddelene for å forhåpentligvis finne frem til en skarptrommelignende lyd. Jeg vil sette opp de tolv første vibrasjonsmodalitetene for å se om jeg ved hjelp av disse kan gjenskape skarptrommelyden. Som påpekt tidligere, er tolv vibrasjonsmodaliteter bare et fåtall av hva som egentlig er tilstede i en skarptromme, men det vil allikevel være interessant å se om man ved hjelp av de tolv første vibrasjonsmodaliteter har nok informasjon til å kunne lage en skarptrommelignende lyd.

For å nøyaktig gjenskape en ”ekte” lyd ved hjelp av syntese, vil det være nødvendig å rekonstruere alle partialtonene eller overtonene til denne lyden. Man må da sette opp deres eventuelle ulike nivåer og legge til separate ”enveloper” på hver deltone, og så variere frekvensen til hver av dem for å emulere hvordan de oppfører seg i den virkelige verden. I tillegg må det være en måte å kontrollere lyden slik at den endrer seg avhengig av spilleteknikk, slik ekte instrumenter gjør. Det er ikke dette jeg skal forsøke på her. Hensikten er å se om man ved hjelp av den beskrevne teorien kan syntetisere en skarptrommelignende lyd.

Jeg har valgt å bruke en form for syntese som kalles additiv syntese. Det vil si at man ved hjelp av sinustoner med forskjellig frekvens og omhyllingskurve kan bygge opp en lyd.

Omhyllingskurvene kontrollerer sinustonene slik at man får forskjellig utvikling i lydstyrke for de ulike deltonene. Man bygger altså opp lyden fra bunn av.

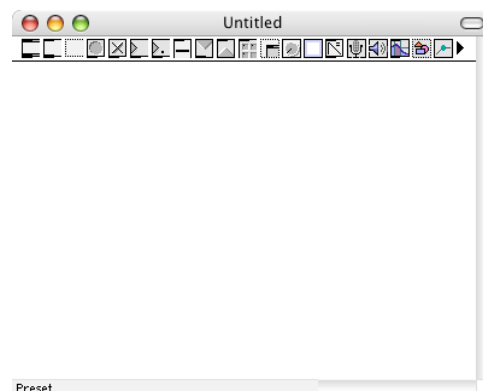
Jeg har valgt å bruke programmet Max/Msp for å gjøre denne syntesen.

2.5.1 MAX patch – et forsøk på syntese av skarptrommelyden

2.5.1.1 Kort introduksjon av Max/Msp

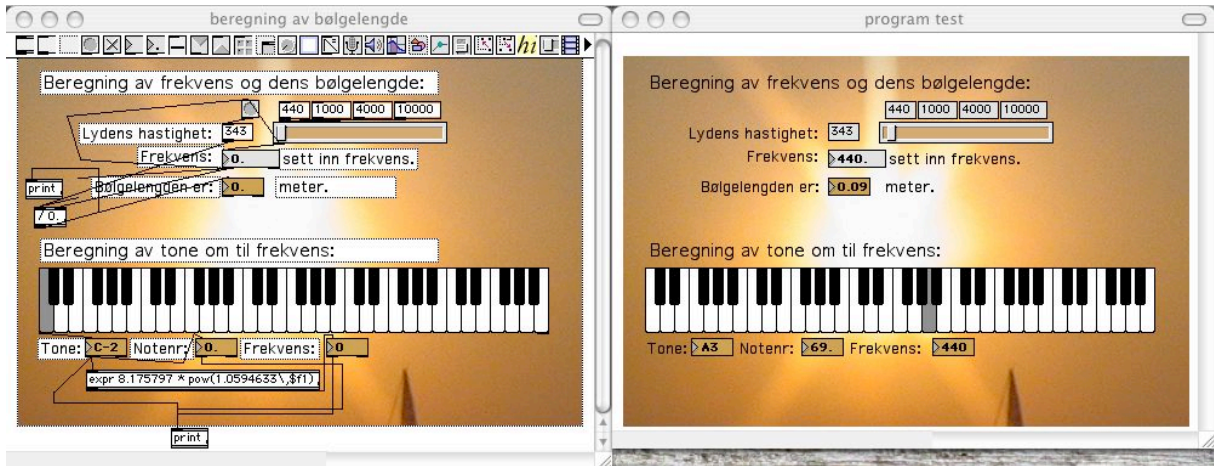
Max ble utviklet ved IRCAM av David Zicarelli og Miller Puckette på slutten av 1980-tallet. Navnet Max har programmet fått etter computer musikkens 'far' Max Mathews (Jensenius 2002, s.20). Dette programmet er et grafisk programmeringsverktøy. Programmets unike fleksibilitet, og mulighetene for at brukere kan bygge ut programmet ved å skrive nye koder, sikrer dets posisjon i 'computer music' (Puckette og Zicarelli 1990). Max arbeider kun med matematiske funksjoner og MIDI. Msp-delen av programmet kom i 1996, og dette implementerte audio i programmet.

Et program i Max/Msp kalles vanligvis et 'patch', og man starter med et tomt vindu hvor man legger inn objekter (se Figur 10).



Figur 10: Figuren viser et tomt Max/Msp 'patch' vindu. Menyen øverst er linker til de mest vanlige objektene.

Objektene er byggeklossene i programmeringsmiljøet, og kobles sammen med 'patch'-kabler. Et 'patch' kan sees i to forskjellige modus, som er 'run' eller 'edit'. I 'edit' modus kan brukeren bygge opp et 'patch'. 'Run' modus gjør det mulig å kjøre programmet (se Figur 11).



Figur 11: Figuren viser et eksempel hvor 'patch' til venstre er i 'edit' modus (hvor man ser objektene og deres kabling), og 'patch' til høyre er i 'run' modus.

Et program kan også bestå av flere 'patch'er, og man har da som regel et 'hovedpatch' hvor man kan ha bakenforliggende 'subpatch'er. Dette er nyttig både for å forenkle programmeringen og det visuelle bildet.

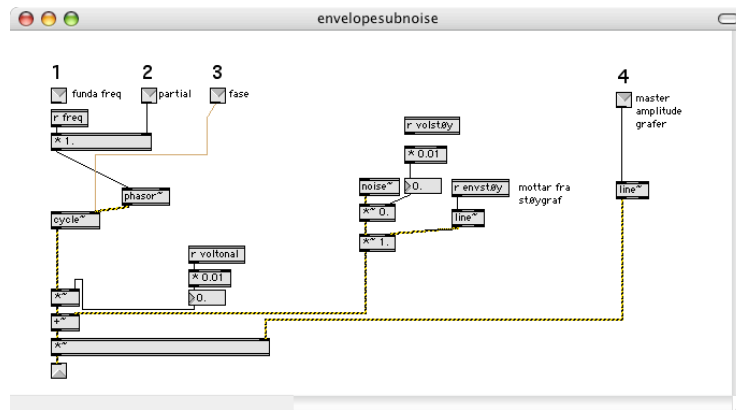
2.5.1.2 Syntese av skarptommelyd

'Patch'-et er bygd opp av et hovedpatch og et subpatch. Hovedpatchet er det man som bruker ser når man kjører programmet. Her kan man kontrollere omhyllingskurvene for de 12 første vibrasjonsmodus i membranen på en skarptromme. Man kan også sette varigheten i tid (i millisekund), og man kan velge en grunnfrekvens for lyden. Nivåene for de to hoveddelene av skarptrommelyden har man også mulighet til å kontrollere slik at man kan eksperimentere med blandeforholdet mellom disse. I tillegg er det en hoved-volumkontroll.

Som tidligere beskrevet kan skarptrommelyden deles inn i to hoveddeler med en støy lyd (produsert av seiderne) og en tonal-, men uharmonisk lyd (produsert av membranene). Jeg har derfor valgt å ha med en støydel som genereres av hvit støy¹⁹. Denne generatoren er koblet til et objekt slik at man kan forme 'envelopen' til støylyden. Nederst i programmet ser man nivåmeter for hver enkelt av de tolv deltonene. I det bakenforliggende subpatchet skjer all lydgenereringen (se Figur 12). Det vil si at hver omhyllingskurveformer er koblet til hver sin versjon av dette subpatchet slik at man får generert de 12 forskjellige frekvensene som vibrasjonsmodusene produserer. Den tonale delen av lyden produseres av 12 "cycle"-objekter²⁰ som produserer 12 sinustoner i henhold til de ulike vibrasjonsmodus.

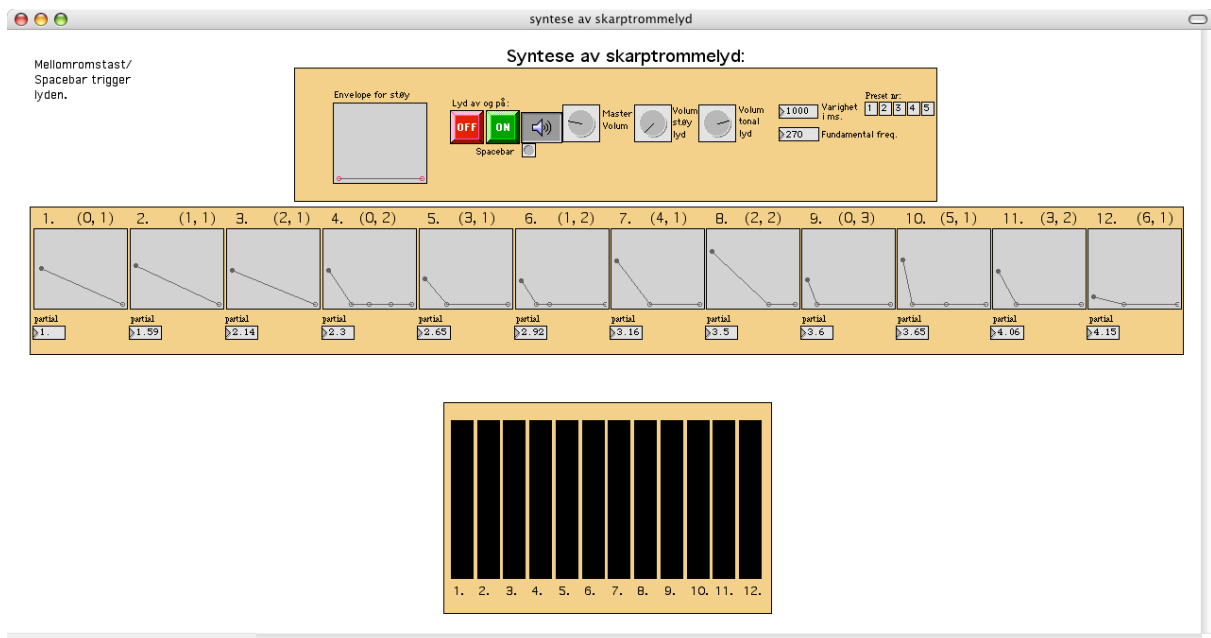
¹⁹ Hvít støy: "A random signal with an energy distribution that produces the same amount of noise power per Hz" (White 1999 II, s. 230).

²⁰ Et cycle-objekt er en oskilator.



Figur 12: Figuren viser innholdet i programmets subpatch.

Programmet ligger på vedlagte cd-rom, og kan kjøres på Macintosh maskiner med OSX og Windows XP maskiner. Lyden trigges ved hjelp av mellomromtasten på tastaturet. Figur 13 viser bilde av brukergrensesnittet for programmet.



Figur 13: Figuren viser brukergrensesnittet for programmet jeg har laget. Her ser man envelope for støydelen av lyden og enveloper for de tolv første vibrasjonsmodalitetene. Nederst i bilde ser man nivåmeter for de tolv tonale delene av lyden.

Øverst til høyre i programmet er et objekt hvor man kan hente frem forhåndsinnstillinger som jeg har lagret i forsøket på å syntetisere skarptrommelyden. Jeg vil nå gå igjennom hver av disse forhåndsinnstillingene da de representerer resultatene av analysen.

Nr. 1: Første forhåndsinnstilling viser kun den tonale delen av lyden. Her er det ikke arbeidet noe med omhyllingskurvene til de forskjellige deltonene. Hensikten er å vise hva som ligger til grunn for bearbeidelsen.

Nr. 2: I denne forhåndsinnstillingen hører man kun støydelen av lyden. Envelopen er heller ikke fininnstilt. Hensikten er bare å gi en ide om hvordan støydelen av lyden virker i programmet og hvordan man kan manipulere den.

Nr. 3: I tredje forhåndsinnstilling har jeg prøvd å få til en skarptrommelyd uten støydelen av lyden, det vil si slik som skarptrommen høres ut når man ikke har koblet på seiderne. Jeg har forsøkt meg frem med ulike omhyllingskurver for de tolv forskjellige deltonene med den hensikt å etterligne skarptrommelyden.

Nr. 4: I fjerde forhåndsinnstilling har jeg forsøkt å sette opp omhyllingskurven for bare støydelen av lyden.

Nr. 5: Den tonale delen av lyden og støydelen av lyden er satt sammen i denne forhåndsinnstillingen.

Ut av resultat nummer 5 i analysen kan man anta at man kan få lagd en skarptrommelyd ved en slik syntese som dette, men at man må gjøre en mer avansert syntese for å få lagd noe som er i nærheten av en ”virkelig” skarptrommelyd. En nøyere undersøkelse av hvordan seiderne oppfører seg vil kanskje gi en bedre innsikt i hvordan denne delen av lyden virker, og at man slik kan komme nærmere en virkelig skarptrommelyd. Jeg synes nok at det er dette elementet som er det svakeste leddet i syntesen, da dette ligner lite på lyden seiderne på en ekte skarptromme produserer. Videre ville det nok også ha hjulpet på lyden om man hadde satt opp flere vibrasjonsmodus, og i tillegg da også hatt med modusfrekvenser fra underskinnet på skarptrommen.

Man kan nok konkludere med at skarptrommelyden er for kompleks til at man kan gjenskape ’ekte’ skarptrommelyd med en slik enkel form for syntese som jeg her har forsøkt. Men i forhold til denne syntesens hensikt synes jeg at resultatet er en skarptrommelignende lyd.

2.6 Oppsummering ”Skarptrommens fysikk”

I dette kapittelet har vi sett hvordan en skarptromme er bygd opp. Vi har også sett på teorien rundt vibrerende membraner og hvordan en skarptromme kan oppføre seg når den blir spilt på. Deretter har vi sett at de forskjellige vibrasjonsmodus produserer frekvenser som står i et uharmonisk forhold til hverandre og hvordan disse kan ha forskjellig lydutstrålingsmønster. Hvilke vibrasjonsmodus som er tilstede i lyden står i sammenheng med eksitasjonen.

Gjennom synteseforsøket til slutt i dette kapitlet har vi erfart at man med bare et fåtall av de vibrasjonsmodus som sannsynligvis vil være tilstede i en ekte skarptromme kan syntetisere en skarptrommelignende lyd.

3. Opptak og prosessering av skarptrommelyd

Med bakgrunn i oppgavens målsetting finner jeg det nødvendig å si noe om utenforstående faktorer som ikke er en del av skarptrommen selv, men som allikevel spiller en rolle i forhold til lyden i instrumentet når det spilles på og det skal gjøres opptak. Faktorer som jeg her skal se på er:

- Rommet - romakustikk
- Mikrofoner
- Vanlige prosesseringsverktøy

3.1 Rommet – romakustikk

De fleste av oss har trolig erfart hvor forskjellig et instrument eller en stemme kan høres ut i forskjellige miljøer. Det er en kjent sak at stemmen vår låter annerledes når man synger i dusjen sett i forhold til om man tar dyna over hodet og synger akkurat samme strofe. Færre av oss har nok prøvd det samme med en skarptromme, men på samme måte vil også skarptrommelyd låte forskjellig i ulike miljøer. For å få en forståelse av hvordan dette skjer finner jeg det hensiktsmessig å se på hvordan lyd oppfører seg i rom. Dette er fordi all lyd i et rom er kvalifisert til å bli fanget opp av mikrofoner og at rommet derfor har en påvirkning på skarptrommelyden i opptakssammenheng.

En gjennomgang av hvordan lyd oppfører seg i rom vil være nyttig for forståelsen av kompleksiteten i et lydsignal. Forståelse av romakustikk vil forhåpentligvis også gi nyttig kunnskap og innsikt i mikrofonplassering i en opptakssammenheng. Det er også rimelig å anta at slik kunnskap vil være nyttig for forståelsen av kunstig klang. Om lyden vi hører sier White:

” Everything we hear is a mixture of the sound travelling directly from its source to our ears reinforced by thousands of echoes of the same sound reflected from the ground, walls, objects and so on” (White 1999 I, s. 167).

Viktige begreper i denne sammenheng er refleksjon, resonans (objekters egne svingninger når de utsettes for lyd) og etterklangstid (hvor lang tid det tar for lyden å dø ut i et rom). De fleste av lydbølgene som når frem til lytterens ører i et rom har blitt reflektert av en eller flere flater eller objekter inne i rommet. Disse hindringene reflekterer og absorberer lyd på måter som i hovedsak fastslår de akustiske egenskapene til rommet. Rom kan være bygd av forskjellige

typer materiale. Nesten alle materialer reflekterer lyd mer effektivt ved noen frekvenser enn ved andre. Enkelte rom kan i hovedsak være bygd av tre, mens andre kan være bygd av betong. Disse to materialene har grunnleggende ulike akustiske egenskaper. Alle rom vil ha ulik refleksjon og absorpsjon av lyd, og dette vil være en av grunnene til at lyden fra et instrument ikke låter likt i ulike rom.

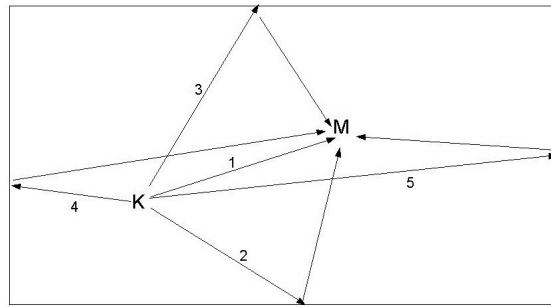
3.1.1 Refleksjoner

Som vi har sett tidligere består lydbølger av hurtige endringer i lufttrykk. Lydbølger beveger seg fra kilden inntil de møter hindringer hvor noe av energien blir absorbert og noe reflektert tilbake til rommet. Den reflekterte lyden re-reflekterer fra nye hindringer den møter på veien. Den re-reflekterte lyden blir svakere for hver gang den re-reflekteres og til slutt dør den ut. Mengden av energi som blir reflektert er avhengig av materialets natur. Den tiden det tar for lyden å dø ut kalles decay-tid (eller etterklangstid), og er vanligvis definert som tiden det tar for nivået av klangen til å svekkes med 60dB²¹. Noe av lydenergien blir absorbert av luften selv og da spesielt høye frekvenser, men dette kan ignoreres for de fleste små rom (Rossing 2002, s. 532).

Tidsforskjellen mellom refleksjonene er viktig for å definere størrelsen til et rom. Jo større rom, jo lengre må lyden bre seg før den blir reflektert, og slik blir avstanden mellom refleksjonene større. Etter kort tid vil serien av refleksjoner bli tett og kompleks. Refleksjons-
evnen til reflekterende objekter i et rom er også av betydning for etterklangstiden da dette er med på å bestemme amplituden til de ulike refleksjonene. I veldig store rom, eller rom med mye refleksjon, kan man få veldig lang etterklangstid som følge av at lyden må bre seg over en lang distanse før den dør ut.

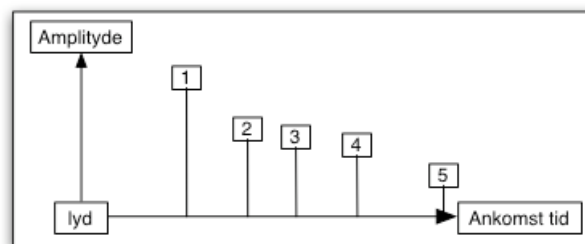
Figur 14 viser et eksempel på hvordan lyden beveger seg fra kilden frem til lytteren i et rom. K står for kilde, og M for mottaker. Lydbølgene er nummerert etter den rekkefølgen de når lytteren. Lyden når altså frem på ulike tidspunkt avhengig av lengden lyden må reise før den når mottakeren.

²¹ Refereres ofte til som RT60.



Figur 14: Illustrasjon av lydens bevegelse fra kilde (K) til mottaker (M). Tallene viser i hvilken rekkefølge lydbølgene når frem til mottakeren. 1 er direktelyden mens de andre er reflekterte lydbølger fra veggene. (basert på figur fra UCSC II)

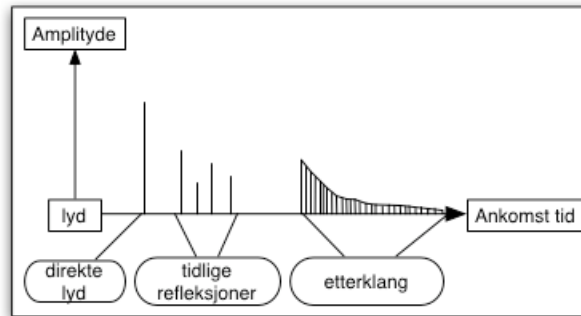
Lyden som først når lytteren, er den direkte lyden som har den korteste veien fra kilde til mottaker. Fra figuren over ser vi at alle de andre veiene inkluderer refleksjoner. Som følge av at lyden brer seg med en konstant hastighet, vil lyden fra en kilde nå frem til mottakeren flere ganger som følge av de ulike refleksjonene. Figur 15 illustrerer amplitude og ankomsttid for direktelyden og de ulike refleksjonene.



Figur 15: Illustrasjon av lydens ankomsttid. 1 er direktelyd mens 2-5 er refleksjoner. (basert på figur fra UCSC II)

Amplituden til en bestemt refleksjon bestemmes blant annet av avstanden (lengden refleksjonen må bevege seg) og refleksjonsevnen til det reflekterende objektet.

Figur 14 og Figur 15 viser bare et utvalg av refleksjonene. Hvis man skulle tatt med alle mulige refleksjoner, ville sannsynligvis figurene vært helt svarte som følge av alle refleksjonene. Figur 16 viser en annen representasjon av hvordan lyden vil oppføre seg i rommet slik den vanligvis når mottakeren. Sammenlignet med Figur 15 ser man her etterklang i tillegg til de tidlige refleksjonene. Det meste av lydenergien som er reflektert to eller flere ganger høres som etterklang (Ibid).



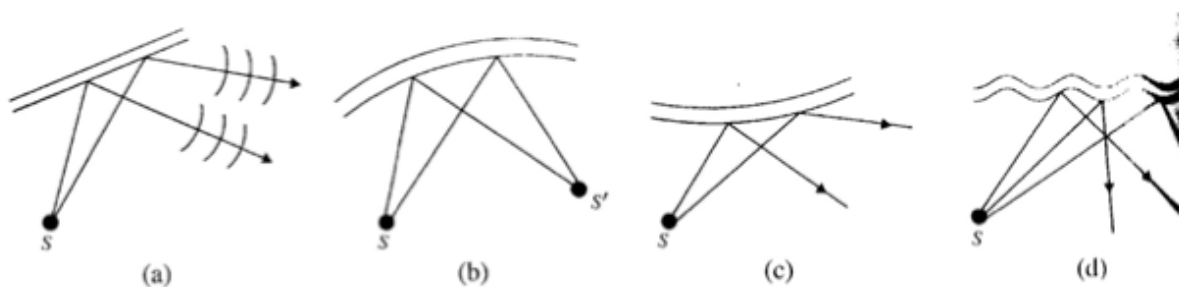
Figur 16: Illustrasjon av når og hvordan lyd når mottaker fra en kilde. (basert på figur fra UCSC II)

Refleksjoner som ankommer innen cirka 50 ms. kan øke inntrykket av 'loudness' (opplevd styrkegrad) og slik oppfattes som en del av direktesignalet. Refleksjoner som ankommer senere enn 40-50 ms kan høres som ekko. Dette er ofte referert til som 'precedence effect'²².

Rossing definerer dette som:

"[...] the precedence effect [...]. This law states that if two or more-or-less identical sounds arrive from different directions within about 35 ms of each other, they are heard as a single sound coming from the direction of the sound that arrives first. This can be true even when the second sound is slightly louder than the first" (Rossing 2002, s. 687).

Det er også interessant å se hvordan formen på objekter spiller inn på refleksjoner av lyd. Av figuren under (Figur 17) ser man at flate vegger (merket (a) i figuren) og konkave overflater (merket (b) i figuren) har en tendens til å samle lyden, mens konvekse (merket (c) i figuren) og ujevne (merket (d) i figuren) overflater sprer lyden i flere retninger.



Figur 17: Figuren viser hvordan lyd reflekteres av ulike flater (Ibid, s. 526).

Som følge av at disse ulike refleksjonsmønstrene og at ulike materialer kan reflektere enkelte frekvenser bedre enn andre, ser man at f.eks. ved ulike plasseringer i et rom kan man få en fremheving av ulike frekvensområder som følge av at lyden samles.

Når det gjelder skarptrommen vil det være rimelig å anta at man vil få noe refleksjoner fra de omkringliggende flatene, som vanligvis vil være hi-hat og tammer. En fordel med disse er at

²² Dette kalles også for *Haas effekten* (Rossing 2002, s. 528).

de stort sett har konvekse overflater, og som vi har sett vil slike spre lyden. Slik vil man kanskje unngå at man får områder hvor man har stor tetthet av refleksjoner som vil være tilfellet ved f.eks. konkave overflater.

3.1.2 Absorpsjon

Rossing (Ibid, s.531) bruker et badekar som eksempel på hvordan lyd oppfører seg i et rom. Hvor lang tid tar det å tømme et badekar med vann? Det er avhengig av volumet på karet og størrelsen på sluket. På samme måten kan vi tenke oss et rom som er fylt med klingende lyd som blir absorbert mens den dør ut. Hvis vi tenker oss et hypotetisk rom med harde vegger som absorberer veldig lite lyd, men som har et åpent vindu hvor lyd kan slippe ut, vil tiden det tar for lyden å klinge ut være avhengig av størrelsen/volumet av rommet sett i forhold til det absorberende vinduet.

Refleksjonsevnen er beskrevet som absorpsjonskoeffisienten (Everest 1989, s.159). Absorpsjonskoeffisienten er et tall mellom 0 og 1, hvor 1 representerer total absorpsjon og 0 representerer total refleksjon (se også Tabell 1). Absorpsjonskoeffisienten for et materiale angir hvor stor del av lydbølgene som treffer materialet som blir absorbert. Forskjellige materialer absorberer ulike frekvenser i forskjellig grad.

I et ekte rom kan vi sammenligne absorpsjonsevnen til hver enkelt flate, med vinduet i det hypotetiske rommet. Man forventer at vinduet absorberer all lyd som når frem til det, og derfor har det absorpsjonskoeffisient lik 1. En overflate som absorberer halvparten av lyd-energien har en absorpsjonskoeffisient på 0,5. Når man skal finne absorpsjonsevnen til et rom må man legge sammen alle verdiene fra hver enkelt flate som er utsatt for lyden, og man finner da rommets totale absorpsjonsmengde (Halmrast, s. 53). Rommets totale absorpsjonsmengde angis vanligvis i $\text{m}^2 \text{Sab}$ (etter fysikeren Sabine²³) (Rossing 2002, s.532).

Den første formelen for å beregne etterklangstiden i et rom ble beskrevet av Sabine (Ibid, s. 531). Denne formelen er $T = 0,16 (V/A)$, der T er etterklangstid, V er rommets volum og A er den totale mengde absorpsjon i rommet ($\text{m}^2 \text{Sab}$) (Halmrast s. 54). Halmrast sier det slik:

Det viktige ved denne formelen er forståelsen av at etterklangstiden øker ved økt volum, og vil bli redusert ved å introdusere absorberende materialer. Formelen (og begrepet etterklangstid) forutsetter at det er et diffust²⁴ lydfelt.

²³ Wallace Sabine var en foregangsmann i studiene av romakustikk (Rossing 2002, s. 532).

²⁴ Diffus: ikke tydelig avgrenset, utbredt, uklar, utflytende. Når lydfeltet ikke er likt over alt.

Det kan man anta at ikke alltid er tilfelle (særlig for små rom), men det gir en nyttig betraktning av "overordnet" akustikk i et rom (Ibid, s. 54).

Det er i denne sammenheng interessant å se på hvordan ulike materialer reflekterer eller absorberer lydbølger. Nedenfor er en figur som viser absorpsjonskoeffisienten til ulike materialer.

| Material | Frequency (Hz) | | | | | |
|---------------------------------|----------------|------|------|------|------|------|
| | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
| Concrete block, unpainted | 0.36 | 0.44 | 0.31 | 0.29 | 0.39 | 0.25 |
| Concrete block, painted | 0.10 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.09 | 0.08 |
| Glass, window | 0.35 | 0.25 | 0.18 | 0.12 | 0.07 | 0.04 |
| Plaster on lath | 0.14 | 0.10 | 0.06 | 0.05 | 0.04 | 0.03 |
| Plywood paneling | 0.28 | 0.22 | 0.17 | 0.09 | 0.10 | 0.11 |
| Drapery, lightweight | 0.03 | 0.04 | 0.11 | 0.17 | 0.24 | 0.35 |
| Drapery, heavyweight | 0.14 | 0.35 | 0.55 | 0.72 | 0.70 | 0.65 |
| Terrazzo floor | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| Wood floor | 0.15 | 0.11 | 0.10 | 0.07 | 0.06 | 0.07 |
| Carpet, on concrete | 0.02 | 0.06 | 0.14 | 0.37 | 0.60 | 0.65 |
| Carpet, on pad | 0.08 | 0.24 | 0.57 | 0.69 | 0.71 | 0.73 |
| Acoustical tile, suspended | 0.76 | 0.93 | 0.83 | 0.99 | 0.99 | 0.94 |
| Acoustical tile, on concrete | 0.14 | 0.20 | 0.76 | 0.79 | 0.58 | 0.37 |
| Gypsum board, $\frac{1}{2}$ in. | 0.29 | 0.10 | 0.05 | 0.04 | 0.07 | 0.09 |

Tabell 1: Tabellen viser absorpsjonskoeffisienten til ulike materialer ved forskjellige frekvenser (Rossing 2002, s. 531).

Porøse materialer slik som tykke gardiner, tepper, glassfiber og lignende gjør den akustiske energien om til varme når de vibrerende luftpartiklene påvirker de tynne fibrene i disse materialene (Rossing 2002, s. 281). Som man ser av Tabell 1 vil porøse materialer absorbere veldig bra ved høye frekvenser. I motsetning til dette absorberer materialer som tre, glass og gipsplater bra ved lave frekvenser. Et rom med vegger av tre vil f.eks. reflektere høyere frekvenser bedre enn lave.

Som nevnt tidligere vil luften selv kunne stå for store deler av absorpsjonen av lyd. Om dette sier Rossing:

"In large auditorium, the air itself contributes a substantial amount to the absorption of sound at high frequencies. The absorption of air depends on the temperature and relative humidity, and an additional term, mV , proportional to the volume should be added to the absorption A " (Ibid, s. 532).

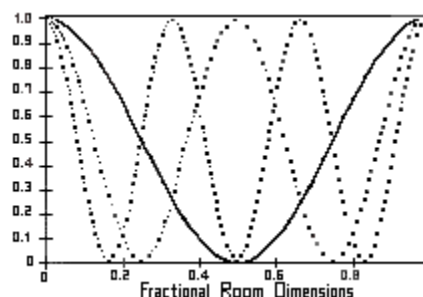
Som vi har sett vil lydbølger både reflekteres og absorberes i et rom. Når lydbølger i et rom reflekteres kan det føre til forsterkning eller kansellering av frekvenser. Dette fenomenet kalles for akustisk forvrengning. Jeg skal nå se nærmere på to former for akustisk forvrengning

3.1.3 Romresonanser

Lydbølger kan forsterke eller kansellere hverandre når de reflekteres frem og tilbake mellom vegger og tak eller mellom andre flater i et rom. Denne konstruktive eller destruktive interferens resulterer i resonans ved frekvenser bestemt av avstanden mellom veggene, eller tak og gulv (D'Antonio). Frekvenser med bølgelengder som samsvarer med rommets dimensjoner er de som påvirkes. Dette kalles for modal forsterkning eller kanselering, og frekvensene hvor dette forekommer kalles for modale frekvenser, romresonanser eller rommodus.

Jeg vil nå se på et eksempel: Et rom med høyde på 2,44 meter vil gi en romresonans på ca. 70 Hz. Dette finner man ved å dele lydets hastighet (343 m/s) på bølgelengden (avstanden fra gulv til tak) for så og dele dette svaret på to (UCSC). I dette tilfellet blir det slik: $(343/2,44)/2 = 70,29$.

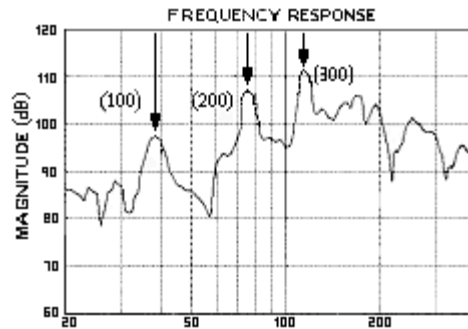
Denne modale responsen gir høye og lave trykksoner gjennom rommet. Lyden fra et instrument vil for eksempel fremheve eller forminske romresonanser avhengig av plassering. Likedan vil den som lytter høre forskjellige modale responser avhengig av hvor man er plassert i rommet. Figur 18 illustrerer hvordan romresonansene distribueres i et rom. Romdimensjonen er vist som en brøkdel fra 0 til 1, og 0,5 vil være i midten av rommet. Figuren viser at fundamentalfrekvensen har ingen energi i midten av rommet. Det vil si at hvis man sitter i midten av rommet vil man ikke høre denne frekvensen mens den første harmoniske overtonen (heltall multiplisering) vil være på et maksimum.



Figur 18: "Fig illustrates how the sound energy is distributed along a room dimension. The room dimension is shown as a fraction ranging from 0 to 1. 0,5 would be in the center of the room and 1 would be against a wall" (Ibid)

Når man f.eks. lytter til musikk i et rom, vil altså lyden modifiseres av rommets modale respons, og den resulterende resonansen ved enkelte frekvenser er avhengig av hvor lydkilden og lytteren er plassert.

Figuren under (Figur 19) viser den modale frekvensresponsen til et rom på 5,57 meter. Mikrofonen er plassert inntil en vegg slik at alle modus langs denne vil være tilstede (Ibid). De tre første modus vises som (1,0,0) fundamental frekvens, (2,0,0) første harmoniske overtone, og (3,0,0) andre harmoniske overtone.



Figur 19: Figuren viser den modale frekvensrespons i et rom på 5,57 meter. Modusene (1,0,0), (2,0,0) og (3,0,0) er merket av (Ibid).

D'Antonio påpeker at ved lave frekvenser er romresonansene tilstede med store avstander og introduserer derfor et potensielt problem. Ettersom frekvensen øker er ulike rommodus fremdeles tilstede, men antall og tetthet øker, og de oppfattes ikke som et problem (Ibid).

Grovt kan man dele de forskjellige modus i tre grupper. Aksial modus er de enkleste som tar for seg lengde, bredde og høyde i et rom. Tangential modus kan for eksempel være diagonalen i et rom. Den siste gruppen er skjeve modus (oblique), som for eksempel kan være den store diagonalen fra tak til gulv mellom to motsatte hjørner²⁵ (Ludwig).

"Each axial mode involves only two opposite and parallel surfaces. Tangential modes, on the other hand, involve four surfaces. Oblique modes go the full distance and involve six surfaces of the room" (Everest 1989, s. 88).

Denne form for romkolorasjon, eller akustisk forvrengning, er sterkest i frekvensregisteret mellom 20 og 200Hz (Ludwig). I høyere frekvensregistre er denne kolorasjonen mye mindre fordi mange rom har høyere absorpsjonskoeffisient for høye frekvenser (Ibid). Man kan altså anta at romresonanser ikke er et stort problem i forhold til skarptrommelyd som har hovedvekten av energiinnhold ovenfor nevnte frekvensområde, men at det kan være av stor betydning for f.eks. stortrommelyd da hovedvekten av energiinnholdet for slik lyd som oftest ligger innenfor nevnte frekvensområde.

²⁵ Tangentiale modus har 1/2 av energien av hva aksiale modus har, mens oblike modus har 1/4 av energien av hva aksiale modus (Ypsilon).

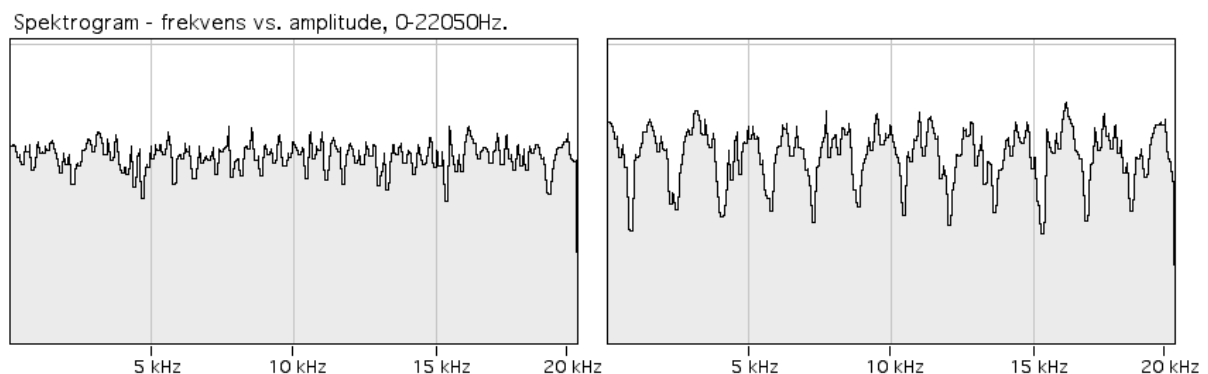
Rommet som jeg skal ta opp skarptrommelyden i har følgende dimensjoner; lengde 5,35 m, bredde 3,20 m og høyde 2,15 m. Ut fra disse målene ser man at romresonansene sannsynligvis ikke vil påvirke skarptrommelyden av betydelig karakter da romresonansene vil være ved veldig lave frekvenser.

3.1.4 Kamfiltrering

En annen form for akustisk forvrenging som introduseres av romrefleksjoner er kamfiltrering. Dette oppstår som en følge av interferensen mellom den direkte og den reflekterte lyden (Rossing 2002, s. 559). Refleksjoner fører til en tidsforsinkelse, og derfor har den reflekterte lyden lengre veilengde enn avstanden mellom lytter og kilde. På grunn av dette vil vi erfare hakk eller spisse topper i frekvensspekteret når den direkte lyden blandes sammen med den reflekterte lyden (se Figur 20). Rossing definerer kamfiltrering slik:

”**comb filters** Filters that reject regularly spaced frequencies through interference” (Ibid, s. 587)

Figur 20 viser hvordan et kamfilter kan påvirke et signal.



Figur 20: Figuren viser et eksempel på hvordan et kamfilter påvirker signalet. Bildet til venstre i figuren viser det originale signalet mens bildet til høyre i figuren viser signalet når det er kamfiltrert. Amplitude vises langs y-aksen mens frekvens vises langs x-aksen (0-22050 Hz).

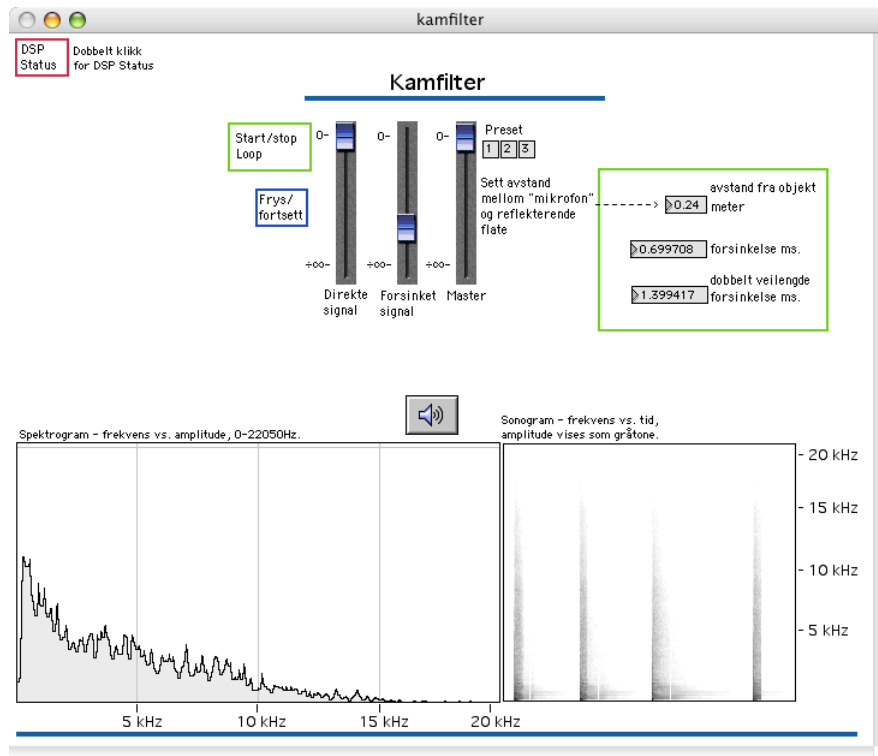
Plasseringen av disse hakk eller topper i frekvensregisteret kan beregnes ut fra den veilengdeforskjellen lydbølgene må bevege seg før de treffer lytteren (det vil si forskjellen i tid for når de direkte og reflekterte lydbølgene treffer lytteren). Plasseringen av det første hakk kan man finne ved å ta lydens hastighet delt på det dobbelte av den totale veilengdeforskjellen (D’Antonio). Avstanden mellom påfølgende hakk er det dobbelte av denne frekvensen. En forsinkelse på 1 ms vil f.eks. tilsvare en veilengdeforskjell på 0,343 m. Dette kan man regne ut slik: Det er 1000 ms i et sekund, og hvis man da deler 343 på 1000 så får man 0,343. Slik er altså lydens hastighet 0,343 m pr. ms. og en forsinkelse på 1 ms vil derfor gi en veilengdeforskjell på 0,343 m. Den dobbelte av den totale veilengdeforskjellen er i dette tilfellet 0,686

m, og ved å dele lydens hastighet på denne finner man frekvensen for det første haket. Da får man $343/0,686 = 500$. Det første haket vil altså være ved 500Hz, med påfølgende hakk ved 1000Hz. Slik vil lengre tidsforsinkelse gi mindre avstand mellom hakkene fordi det første haket da vil bli plassert lavere i frekvensregisteret (vil ha lavere frekvens) og man vil få flere hakk som følge av doblingene oppover i frekvensregisteret.

Kamfiltrering vil som regel alltid forekomme i et rom²⁶. Frekvensinnholdet i lyden er avgjørende for mengden av denne filtreringen (antall hakk) vi hører. For skarptrommelyd som har et bredt frekvensinnhold vil det være lettere å høre kamfiltreringen i motsetning til f.eks. en sinustone. Dette er på grunn av at jo bredere frekvensinnholdet i lyden er, dess flere lydbølger beveger seg i rommet som kansellerer hverandre. En annen viktig faktor i denne sammenheng vil være refleksjonsevnen til omkringliggende flater. Et gulv med god refleksjonsevne vil f.eks. kunne fremheve kamfiltrering mens det motsatte vil være tilfelle for gulv med dårlig refleksjonsevne. Derfor vil det f.eks. være gunstig å bruke teppe under trommene hvis man vil unngå unødig kamfiltrering.

Programmet '*Kamfilter*' kan kjøres fra vedlagte cd-rom. Dette er en teoretisk eksemplifisering av kamfiltrering hvor man kan lytte til hvordan kamfiltrering påvirker skarptrommelyden. Jeg velger å kalle det en teoretisk eksemplifisering fordi man i programmet får reflektert alle frekvenser likt, noe som sjelden vil være tilfelle i virkeligheten. Som tidligere beskrevet har de fleste materialer forskjellig absorpsjonsfaktor for ulike frekvenser. Allikevel gir dette eksempelet et godt inntrykk av hvordan denne formen for akustisk forvrengning fungerer i praksis. I programmet kan man sette volumnivået mellom den direkte og reflekterte lyden, og man kan også sette inn avstanden mellom kilden og den hypotetiske reflekterende overflaten (se Figur 21). Det er lagret 3 forhåndsinnstillinger som leseren kan hente frem i programmet. Nr. 1 er kun den direkte lyden. I nr. 2 hører man litt av hvordan kamfiltreringen påvirker lyden, mens i nr. 3 har denne filtreringen stor innvirkning på lyden. Ved de to siste forhåndsinnstillingene er det 24 cm mellom kilden og det reflekterende objektet, noe som tilsvarer en forsinkelse på cirka 1,4 ms (den doble veilengden). Figuren nedenfor viser skjermbilde av programmet.

²⁶ Et unntak vil være i et anekoisk rom (et rom uten refleksjoner).



Figur 21: Figuren viser skjermbilde av programmet "Kamfilter".

3.1.5 Oppsummering "Rommet – romakustikk"

I dette kapittelet har vi sett hvordan lyd i rom oppfører seg på en kompleks måte. Lydbølger reflekteres og absorberes i rommet, og graden av refleksjon og absorpsjon bestemmes av absorpsjonskoeffisienten for de ulike materialer som er tilstede. Disse kan man addere for å finne rommets totale absorpsjonsmengde.

Vi har også sett på to former for akustisk forvrengning eller romkolorasjon som oppstår bl.a. som følge av et roms refleksjons- og absorpsjonsevne, og som kalles for rommodus og kamfiltrering. Når det gjelder romresonanser så vi at disse har liten betydning for opptak av skarptrommelyd, mens kamfiltrering kan ha mye større innvirkning på lyden.

Lyden fra et instrument vil altså farges av rommets akustiske karakteristikk. Det vil derfor være interessant å se på hvordan mikrofoner fanger opp lyd, for slik å få en forståelse av hvordan rommet og valg av mikrofon vil påvirke skarptrommelyden i opptakssammenheng.

3.2 Mikrofoner

I analysen skal jeg undersøke hvordan ulike mikrofoner påvirker lyden i skarptrommen, og jeg vil nå se på hvordan mikrofoner virker og hva som er forskjellen mellom to hovedgrupper av mikrofoner. Jeg vil også se på hvordan plassering av mikrofoner påvirker lyden som fanges opp. Målet er å forstå hvordan en mikrofon fungerer og hvilke

karakteristikkene den har, for slik å få bedre innsikt i hvordan mikrofoner kan påvirke skarptrommelyden i opptakssammenheng.

3.2.1 Hva er en mikrofon?

Tidligere i oppgaven har det blitt forklart hvordan lyden vi oppfatter er gitt oss ved vekslende positive og negative forandringer i lufttrykk. Mikrofonens oppgave er å konvertere disse vekslende trykkforandringene til tilsvarende positive og negative svingninger i elektrisk strøm (Volt). En mikrofon konverterer altså et lydsignal til et elektrisk signal når den påvirkes av lydbølger. Rossing sier:

”Microphones may be designed to respond to variations in air pressure due to the sound waves or to variations in particle velocity as the sound wave propagates” (Rossing 2002, s. 449).

Av sitatet ser man at mikrofoner også kan reagere på variasjoner i partikkelhastighet²⁷ ettersom lydbølgen sprer seg. De fleste mikrofoner reagerer på endringer i trykk. En trykkmikrofon har en tynn membran som beveger seg frem og tilbake som følge av de raske trykkendringene i en lydbølge (Ibid, s. 449). Membranen i slike trykkmikrofoner er koblet sammen med en eller annen type elektrisk generator. En slik generator kan være en krystallmikrofon, en bevegende spole (dynamisk eller magnetisk mikrofon), eller en variabel kondensator (kondensatormikrofon) (Ibid, s. 449). I sammenheng med opptak av trommelyd er det vanligst å bruke trykkmikrofoner som dynamiske mikrofoner eller kondensatormikrofoner. Hver av disse typene mikrofoner har sine unike egenskaper og kjennetegn for forskjellige bruksområder. Derfor vil det være interessant å se nærmere på forskjellen mellom disse to typene mikrofoner for å få en bedre forståelse av hvordan de farger lyden, men først skal jeg se på ulike tekniske spesifikasjoner som brukes om mikrofoner.

3.2.2 Ulike tekniske spesifikasjoner som brukes om mikrofoner

Ulike tekniske spesifikasjoner som brukes om mikrofoner er:

- Mikrofonimpedans
- Mikrofonsensitivitet
- Støy – Noise
- Maksimum SPL (Sound Pressure Level)

²⁷ ”A velocity microphone is a microphone in which its electrical output response is a function of the particle velocity resulting from an incident acoustic wave” (Moulton).

- Frekvensrespons

Generelt klassifiseres mikrofoner ut fra om de har enten høy- eller lav impedans. Impedans²⁸ er elektrisk-motstand og måles i ohm²⁹. White sier:

”High impedance mics, typically 5-10kohms, are often used in domestic equipment and budget musical equipment because they have a relatively high output voltage compared to low impedance types. This means that the preamplifiers needn’t be so electrically complex as they don’t need to provide so much gain” (White 1999 II, s. 39).

White påpeker at dette høres ut som et ideelt system, men at det er to store begrensninger med det. For det første vil høyere impedans gjøre et signal mer mottagelig for elektromagnetisk interferens³⁰. For det andre: jo høyere impedans, jo mer vil signalet bli påvirket av kabel kapasitans³¹ (Ibid, s. 39). I profesjonelle sammenhenger brukes mikrofoner med lav impedans (disse har impedans på 250 ohms eller mindre) (Ibid, s. 40).

En mikrofons sensitivitet gjengis vanligvis på to forskjellige måter. Enten som utgangssignal i volt, eller som strøm ved et gitt lydtrykk (Rossing 2002, s. 455). Sensitivitet uttrykkes i desibel, og forteller noe om hvor mye signal en mikrofon genererer for en gitt mengde av lyd (White 1999 II, s. 33). Slik vil altså dette parameteret si noe om hvor mye forsterkning et signal trenger for at det skal ha en standard linjenivå³². En mer sensitiv mikrofon er generelt sett bedre, da den gir et sterkere signal. Dessverre bruker fabrikanter flere standarder for å bestemme sensitiviteten, og å konvertere mellom dem kan være vanskelig.

I forhold til opptakene av skarptromme jeg skal gjøre i analysen, er mikrofonenes egenstøy neppe noe problem da skarptrommen vanligvis produserer mye lyd (høyt amplitudenivå). Allikevel kan det være verdt å merke seg denne spesifikasjonen da man i enkelte tilfeller kan spille veldig svakt på instrumentet.

Den aktive elektronikken som er innebygd i kondensatormikrofoner lager noe støy når den forsterker signalet. I likhet med sensitivitet er det forskjellige måter å bestemme en mikrofons støynivå på. Hvis spesifikasjonen sier ”Noise”, så er lave tall best. Hvis spesifikasjonen sier

²⁸ Impedance: The ratio of voltage to current. In the case of source impedance or output impedance, it is the current that the device can deliver; in case of input impedance, it is the current that the device draws from the source (Rossing 2002, s. 467).

²⁹ Etter den tyske fysikeren Georg Ohm. Definert som volt pr. ampere (V/A).

³⁰ Man skiller mellom konstruktiv og destruktiv interferens.

³¹ Den evnen elektrisk ledende legemer har til å samle elektrisk ladning.

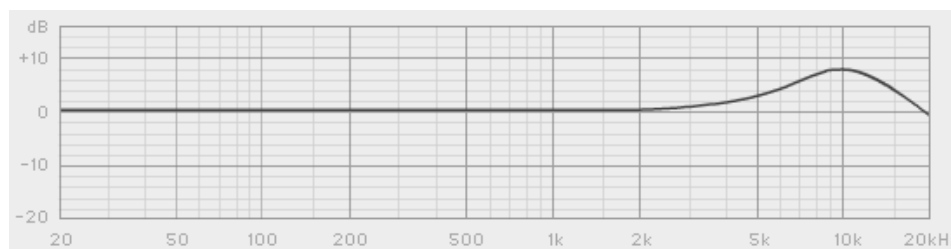
³² Dvs. et signalnivå som er cirka -10dBV for utstyr i budsjett kategorien og +4dBu for profesjonelt utstyr (White 1999 II, s. 208).

”Signal to noise ratio” eller ”S/N”, er høye tall best. Støy vil bare bli et problem hvis ”noise” er rundt 30dB (eller S/N på mindre enn 65dB), og da sannsynligvis bare ved lave lydnivå. Om noise sier Huber og Williams:

”It usually isn’t a factor when recording loud or moderately loud sound sources. However, microphone noise can be a problem in making digital recordings of soft sound sources” (Huber and Williams 1998, s. 15).

Maksimum SPL (Sound Pressure Level) forteller hva som er det høyeste signalet mikrofonen tåler uten å vrenge. Dette måles i dB og jo høyere tall jo bedre. De fleste mikrofoner som produseres i dag tåler svært høye lydnivåer, så denne spesifikasjonen er ikke så viktig nå som den har vært tidligere. Allikevel vil mikrofoner med en SPL spesifikasjon på mindre enn 120 dB kanskje vrenge når den er plassert inne i en stortromme eller svært nær en skarptromme. Denne spesifikasjonen vil nok være relevant når det gjelder opptak av skarptrommelyd siden denne lyden som regel har høy amplitude.

Frekvensrespons forteller hvordan mikrofonen fanger opp frekvensinnholdet i en lyd. Det vil si hvordan mikrofonen påvirker amplitudenivået i ulike frekvensområder i lyden som fanges opp. Vanligvis er dette vist som en kurve der man ser amplitude i forhold til frekvens. Figur 22 viser frekvensresponsen til en mikrofon.



Figur 22: Figuren viser frekvensresponskurven til mikrofonen Neumann KM184 (Neumann).

For de fleste instrumenter og stemmer er det mikrofonens respons ved høye frekvenser som sannsynligvis er den mest meningsfulle spesifikasjonen. Frekvensresponskurven gir oss et inntrykk av mikrofonens soniske³³ karakter.

Frekvensrespons kan spille en viktig rolle i valget av mikrofon. Dynamiske mikrofoner har vanligvis mest ujevn frekvensrespons, mens kondensatormikrofoner har den flateste frekvensresponskurven (Huber og Williams 1998, s.9). Her er det viktig å påpeke at dette ikke gjør dynamiske mikrofoner dårlige. Det er bruksområdet som er avgjørende for om mikrofonen

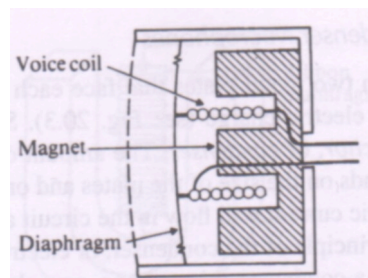
³³ Sonisk: (av sono-), som har med lyd å gjøre.

fungerer bra eller ikke. Ulike mikrofoner vil altså skjule eller fremheve aspekter ved et instruments karakter som følge av deres forskjellige frekvensresponser.

En viktig spesifikasjon som det ikke finnes noen standard for å måle er det som kalles transientrespons. Med dette menes hvor raskt membranen i en mikrofon kan reagere på en bølgeform. Pender påpeker at dynamiske mikrofoner som regel har større masse enn hva kondensatormikrofoner har, og at dynamiske mikrofoner derfor kan reagere sakte til en lydbølge sett i forhold til en kondensatormikrofon (Ibid, s. 8) (Pender). Derfor vil kondensatormikrofoner lettere kunne fange opp raske transienter.

3.2.3 Dynamiske mikrofoner

I en dynamisk³⁴ (eller magnetisk) mikrofon blir et signal generert som følge av bevegelser av lederen (også kalt stemmespole) i et magnetisk felt (Figur 23). Dette er et eksempel på elektromagnetisk induksjon (også kalt dynamoprinsippet). I den vanligste typen av dynamiske mikrofoner er det lydtrykket på membranen som setter stemmespolen i bevegelse i et magnetisk felt (Figur 23).



Figur 23: Figuren viser en dynamisk mikrofon. Lydbølger som treffer membranen fører til at stemmespolen beveger seg i et magnetisk felt (Rossing 2002, s. 451).

For å få god respons ved høye frekvenser er det viktig at membranen i en mikrofon er relativt tynn. På grunn av stemmespolen som er koblet rett på membranen, er membranene på dynamiske mikrofoner relativt tykke. Dette medfører at de er mindre sensitive enn f.eks. kondensatormikrofoner, men en fordel med denne tykkelsen er at de tåler mer lydtrykk enn hva kondensatormikrofoner gjør før de vrenger.

Om frekvensresponsen til dynamiske mikrofoner sier Rossing:

”Dynamic microphones are rugged, have a broad frequency response, and are able to withstand the high sound levels that occur in popular music” (Ibid, s. 451).

³⁴ Også kalt 'moving coil microphone' (Eargle 2001, s. 52).

Dette bør modifieres litt da det nok er mer nøyaktig å si at dynamiske mikrofoner har en relativt bred frekvensrespons. Hvis man sammenligner dynamiske- med kondensatormikrofoner har førstnevnte stort sett dårligere frekvensrespons. Om frekvensresponsen til dynamiske mikrofoner sier White:

”In practice, a conventional dynamic microphone can be made to work effectively up to around 16kHz but above that, the efficiency tends to fall significantly” (White 1999, II, s. 19).

Innen digitalt arbeid med lyd bruker man vanligvis en minimumsfrekvensoppløsning som fanger opp frekvenser opp til 22050 Hz. Dermed vil dynamiske mikrofoner ha problemer med å fange opp frekvenser i den øvre delen av frekvensregisteret³⁵.

En annen ting som er verdt å merke seg er hvordan membranens masse spiller inn på hvordan transienter fanges opp. Huber og Williams skriver:

”Since the mass of the diaphragm and voice coil is actually quite large, compared to the energy that’s contained in the acoustic signal, it takes time for the diaphragm to respond to a signal (i.e., to move). Due to this simple piece of physics, a dynamic mic responds to sharp transients much more poorly than any other professional mic type. In addition, once this mass gets moving, it takes a bit of time for it to stop moving, even after the waveform is gone. It’s much like trying to stop a person on a swing set: it takes a few passes to come to rest” (Huber and Williams 1998, s.6).

Dynamiske mikrofoner reagerer altså ikke like bra på raske transienter som kondensatormikrofoner. Huber og Williams påpeker at dette ikke gjør dynamiske mikrofoner til dårlige mikrofoner, men at det er med på å gi dem deres karakteristiske trekk (Ibid, s. 6).

Generelt kan man si at dynamiske mikrofoner har en tendens til å farge lyden i området rundt 5 kHz til 10 kHz.

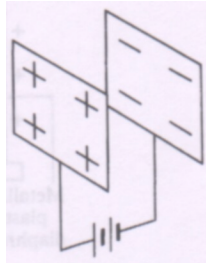
3.2.4 Kondensatormikrofoner

”When two metal plates that face each other are connected to a battery, they acquire and store electric charge. Such an arrangement of charged plates is called a capacitor, or condenser.... If one of the plates moves, an electric current will flow in the circuit as charge arrives and departs from the plate” (Rossing 2002, s. 452).

Kondensatormikrofoner fungerer på en annen måte enn dynamiske mikrofoner. Mens dynamiske mikrofoner fungerer ut fra et elektromagnetisk prinsipp, fungerer kondensatormikrofoner ut fra et elektrostatiske prinsipp. En kondensatormikrofon består av to metallplater

³⁵ ”Some recent improvements have been achieved using Neodymium for the magnetic structure.... There is a disagreement between manufacturers as to how great the advantages of Neodymium mics really are but there are several models on the market boasting a frequency response extending to above 20kHz” (White 1999, II, s. 19-20).

som er ladet med en elektrisk spenning, og når en av platene beveger seg skjer det en endring i den elektriske spenningen (en liten mengde strøm beveger seg i strømkretsen). I en kondensatormikrofon er den ene platen vanligvis den tynne/bevegelige membranen og den andre er den faste bakplaten (se Figur 24) (Ibid, s. 452).



Figur 24: 2A simple capacitor (condenser) consisting of two conducting plates connected to a battery. One plate acquires a positive charge, the other a negative charge. The amount of charge changes as the spacing between the plates changes” (Ibid, s.451).

Membranen i kondensatormikrofoner kan lages veldig tynne, og derfor har kondensatormikrofoner veldig god frekvensrespons ved høye frekvenser. Huber og Williams sier:

”.., since the condenser’s diaphragm is extremely light, both the transients and frequency response are very accurate, often resulting in a sound that’s extremely clear and transparent” (Huber and Williams 1998, s. 8).

Hovedfordelen til kondensatormikrofoner er deres klare, naturlige lyd. De har som regel en mer utstrakt og detaljert frekvensrespons enn hva dynamiske mikrofoner har.

En viktig forskjell innad i kategorien for kondensatormikrofoner er størrelsen på membranen. Innen kategorien for dynamiske mikrofoner er ikke størrelsen på membranene veldig forskjellige (Ibid, s.8). I motsetning til dynamiske mikrofoner varierer størrelsen på membranen i kondensatormikrofoner vanligvis fra en brøkdel av en tomme til cirka 1,5 tommer i diameter. De med stor membran kalles naturlig nok for stormembranmikrofon. Om kondensatormikrofoner med små membraner sier Huber og Williams:

”.., small diaphragm mics are typically the most accurate on axis, have better frequency response, exhibit extended high end and transient response..” (Ibid, s.8).

Det vil være rimelig å anta at skarptrommelyden har mye innhold i den øverste delen av frekvensregisteret som følge av støyen som seiderne produserer. I tillegg er det sannsynlig at det er raske transienter spesielt i attackdelen av lyd. Herav kan man anta at kondensatormikrofoner med små membraner fungerer best når det gjelder opptak av skarptrommelyd og man ønsker en naturlig gjengivelse av lyden. I sitatet fra Huber og Williams nevnes frekvensrespons i forhold til retningen lydbølgene kommer fra.

3.2.5 Retningsfølsomhet hos mikrofoner

En mikrofon kan fange opp signaler fra ulike retninger. Retningsfølsomhet brukes for å beskrive hvordan mikrofoner responderer til lydkilder eller lydbølger som kommer fra ulike retninger. I hovedsak skilles det mellom tre ulike karakteristikk for å fange opp et signal. Disse er:

- Omnikarakteristikk
- Nyreformet karakteristikk.
- 8-tallskarakteristikk (også kalt bidireksjonal karakteristikk).

Vanligvis oppgis disse ulike karakteristikkene i et diagram som kalles 'polar respons pattern'. For å få en forståelse av hvordan disse påvirker lyden som fanges opp skal jeg her se nærmere på de forskjellige karakteristikkene.

En mikrofon med karakteristikken omni er sensitiv for lyd som kommer fra alle retninger. White skriver:

"... the mic's sensitivity to high frequencies being less at the sides and rear of the microphone than at the front" (White 1999 II, s. 14).

Av sitatet ser man at mikrofoner med denne karakteristikken ikke har jevn frekvensrespons for hele området hvor den fanger opp lyd.

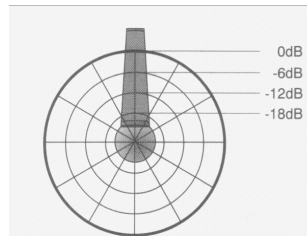
Disse mikrofonene kan sies å være nyttige bare ved visse forhold, som for eksempel når man skal ta opp ambiensen³⁶ i et rom, eller når man skal spille inn en gruppe av sangere eller musikere, og man skal ha mikrofonen en viss avstand fra utøverne eller instrumentene. Slik kan man fange lyden som kommer fra flere retninger. Figuren nedenfor illustrerer denne karakteristikken (Figur 25) Huber og Williams sier:

"When distant-miking, this type of mic could be used to capture wanted reflections from all around the room" (Huber and Williams 1998, s. 12).

Rossing sier:

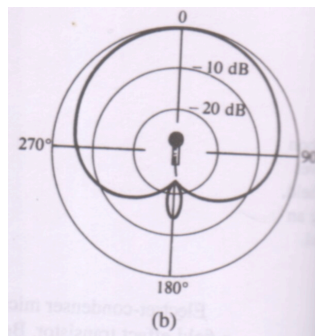
"Omnidirectional microphones are often used for recording and stage plays to pick up sound from performers spread across a wider area" (Rossing 2002. s. 453).

³⁶ Ambiens: Opplevelsen av romlighet i gjengivelsen av en lydinnspilling (Five Channels).



Figur 25: Omnidirectional: Picks up sound equally from all directions. Used mainly for recording or for picking up multiple sound sources at the same time (White 1999 II, s. 18).

Ved mange anledninger er det ønskelig å ha en mikrofon som har størst sensitivitet i bare en retning. Den mest populære mikrofonen i denne kategorien er den som kalles kardioide-mikrofon, som har retningsfølsomhet formet som en nyre (Figur 26).



Figur 26: Figuren viser en mikrofon med nyreformet retningssensitivitet (Rossing 2002, s. 454).

Om denne typen mikrofoner skriver Rossing:

”It is relatively difficult to obtain a cardioid response pattern over a wide range of frequencies; thus, many cardioid microphones have an uneven frequency response, especially a roll-off at bass frequencies. Off-axis response, in particular, will be colored by a variation in the directional response with frequency” (Rossing 2002, s. 454).

Frekvensresponsen vil altså variere i forhold til vinkelen som lyden treffer mikrofonen.

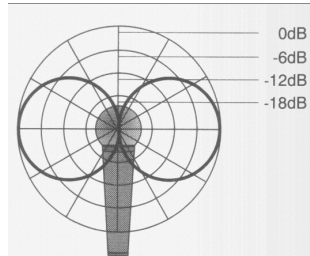
Noen av fordelene med å bruke mikrofoner med nyreformet retningssensitivitet³⁷ er at de reduserer lekkasje, støy og opptak av rommets akustiske karakteristikk (Huber and Williams 1998, s13).

Mikrofoner som har enda bedre retningssensitivitet kalles for 'supercardioid' eller 'hypercardioid'³⁸ (White 1999 II, s. 15).

³⁷ Mikrofoner med nyreformet karakteristikk virker slik at lyd som kommer forfra fører til en trykkforskjell mellom forsiden og baksiden av membranen, mens lyd som kommer bakfra og fra sidene fører til at trykket blir det samme på begge sider. Slik blir disse mikrofonene mest sensitive til lyd som kommer forfra (White 1999 II, s. 15).

³⁸ Det finnes også mikrofoner med enda bedre retningssensitivitet som kalles linje- eller reflektormikrofon (Rossing 2002, s. 454).

Mikrofoner med 8-talls karakteristikk reagerer likt på lyd som kommer fra både fremsiden og baksiden, men reagerer ikke på lyd som kommer fra sidene av membranen. Figuren nedenfor illustrerer dette, og her er membranen sidestilt slik at mikrofonen reagerer likt til lyd som kommer fra sidene av mikrofonen (Figur 27).



Figur 27: Figure-of-eight: This pattern picks up sound both from the front and rear of the capsule, but not from the sides. Note that the capsule is mounted sideways so that the side of the microphone, not the end, must be aimed at the sound source (Ibid, s. 14).

Når det gjelder kondensatormikrofoner kan man ofte velge mellom ulike karakteristikker på hver enkelt mikrofon. Dette gjelder særlig stormembranmikrofoner.

3.2.6 Mikrofonplassering

Valg av type mikrofon og mikrofonplassering kan være temmelig subjektivt, i likhet med at f.eks. valg av gitar og gitarforsterker avhenger av personlige preferanser hos en gitarist. Huber og Williams (som så mange andre) sier at når det gjelder mikrofonplassering er det ingen regler, men bare retningslinjer (Huber og Williams 1998, s.1). Alle instrumenter har det som kalles 'sweet spot' hvor mikrofonen fanger opp den mest naturlige og tilfredsstillende lyd. Dette området kan en finne ved nøye lytting mens instrumentet spilles på. Der hvor instrumentet låter slik man ønsker er sannsynligvis et bra sted å plassere mikrofonen.

Som tidligere beskrevet har alle rom ulike akustiske kvaliteter. Alle disse refleksjonene vi har i et rom kan bli plukket opp av mikrofonen. Valget av mikrofon, retningsfølsomhet og plassering er avhengig av balansen man ønsker å oppnå mellom lydkilden og rommets akustiske karakteristikk/karakter. Et annet viktig hensyn å ta er isoleringen fra andre lydkilder.

I forhold til mikrofonplassering er det viktig å tenke på hvordan frekvensresponsen påvirkes av hvordan lyden fra instrumentet treffer mikrofonen. Som vi har sett tidligere kan frekvensresponsen være avhengig av vinkelen som lyden treffer mikrofonen med. Vanligvis snakker man om 'on-axis' og 'off-axis' frekvensrespons. En 'on-axis' frekvensresponskurve representerer mikrofonens respons til lyd som kommer rett forfra. Som regel finner man den

flateste frekvensresponsen rett foran, altså 'on-axis' (Ibid, s.10). 'Off-axis' kan frekvensresponskurven variere fra å ha store toppe til å være svært ujevn. Når kurven er ujevn kan man oppleve kolorasjon av signalet når lyden kommer inn fra siden av mikrofonen. Dette resulterer ofte i en forandring i den totale tonale kvaliteten (Ibid, s.10).

Et annet punkt som er viktig når det gjelder mikrofonplassering er den tidligere beskrevne kamfiltreringen. I forbindelse med oppmikking av skarptrommen vil det være rimelig å anta at kamfiltrering ikke er et stort problem som følge av bruken av mikrofon med nyreformet karakteristikk og at mikrofonen er plassert svært nær trommen. I tillegg bruker man ofte også teppe under trommene som minsker kamfiltrering av lyden som tas opp da man slik får mindre refleksjon fra gulvet.

Et annet punkt når det gjelder mikrofonplassering er nærhetseffekten (proximity effect) (Ibid, s. 11). Dette vil si at man får en øking i bassresponsen når mikrofonen plasseres nær lydkilden. Denne effekten er merkbar når mikrofonen plasseres med en avstand mindre enn cirka 30 cm fra lydkilden (Ibid, s. 11). White skriver:

"Typically, this happens at mic/source distances of a couple of inches or less ..." (White 1999 II, s. 15-16).

Denne effekten kommer som en følge av tidsforskjellen mellom når lyden treffer forsiden og når den treffer baksiden av membranen.

"If the distance between the mic and source is very small, then the difference between these two acoustic paths is proportionally more significant and the phase differences in the signals give rise to the characteristic low frequency boost" (Ibid, s. 15).

Vanligvis kan man kompensere denne økningen i bassresponsen med et filter (basskutt) som demper de lave frekvensene slik at man oppnår naturlig balanse i signalet (Huber og Williams 1998, s.11). Både mikrofoner med nyre- og 8-tallskaracteristikk gir til kjenne denne effekten (White 1999 II, s. 15).

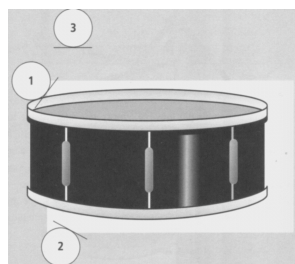
Mikrofonen plasseres vanligvis i en direkte linje foran instrumentet, slik at utgangssignalet fra mikrofonen reduseres med 6dB hver gang avstanden fra kilden doubles. Den vanligste mikrofonplasseringen er det som kalles nærmikking (Huber og Williams 1998, s.24). Denne teknikken refererer til plasseringen av mikrofonen med en avstand fra cirka en tomme til cirka 90 cm fra lydkilden (Ibid, s.24). Fordelene med denne teknikken er at den gir lyden en stram og nærværende kvalitet, og den ekskluderer effektivt det akustiske miljøet fra å bli fanget opp

av mikrofonen (Ibid, s.25). Fordi lydnivået avtar med kvadratroten av avstanden (Pender), vil lyd som har en avstand på for eksempel 2 meter fra mikrofonen være ubetydelig i nivå sammenlignet med lyden som har en avstand på 3 centimeter. Ved hjelp av denne teknikken kan man altså fange opp den ønskede lyden og minimalisere uønsket lyd.

Ved å plassere mikrofonen for nær lydkilden kan lyden bli farget som følge av andre grunner enn nærhetseffekten. Siden nærmikkingsteknikken vanligvis omfatter en avstand fra cirka 2,5 centimeter til cirka 15 centimeter (Ibid, s.25), er det en stor sjanse for at hele den tonale karakteren (timbre) ikke blir fanget opp av mikrofonen.

En annen mikrofonteknikk er ambient-mikking. Når en mikrofon er plassert med en stor nok avstand fra kilden slik at rommets akustikk dominerer over det direkte signalet, kalles den for en 'ambient'-mikrofon (Ibid, s.28). For eksempel kan man bruke en omni-direksjonal mikrofon for å fange opp refleksjonene i rommet. Ofte bruker man denne teknikken for å få en følelse av romlighet i opptaket. En lignende teknikk, men allikevel ulik, er den som kalles for avstandsmikking. Denne brukes vanligvis i sammenheng med flere instrumenter for å fange den generelle (samlede) balansen mellom instrumentene. Vanligvis bruker man denne teknikken i tillegg til nærmikking for å ta opp trommesett (kalt 'overheads'). Også ved bruk av denne mikrofonteknikken vil man fange rommets akustiske karakter. Balansen bestemmes av flere faktorer som inkluderer lydkildens størrelse og rommets akustiske karakteristikk (Pender).

Når det gjelder mikrofonplassering i forhold til skarptrommen, må man gjøre et kompromiss mellom en ideell mikrofonplassering og plassering i forhold til trommeslagerens bevegelser. Det vil si at man må finne en plassering hvor man ikke risikerer at trommestikken treffer mikrofonen. Med ideell mikrofonplassering menes at mikrofonen er plassert slik at den fanger opp lyden på ønsket måte. Figuren under viser tre vanlige plasseringer av mikrofoner på skarptrommen (Huber og Williams 1998, s.49).



Figur 28: Figuren viser tre forskjellige plasseringer av mikrofon på skarptromme (Ibid, s. 49).

Vanligvis bruker man en mikrofon med nyreformet opptaksmønster plassert rett over (cirka 2-3 centimeter) rimmen på skarptrommen, som peker inn mot midten av trommen (se nr.1 Figur 28). Mikrofon med nyreformet retningssensitivitet bruker man for å redusere lekkasjen fra de andre delene i trommesettet (Eargle 2001, s. 246). En mikrofon som ofte brukes er Shure SM57, som er en dynamisk mikrofon. Det brukes og ofte kondensatormikrofoner. For å få det som omtales som en mer krisp lyd, bruker man ofte en mikrofon på undersiden av skarptrommen (se nr. 2 i Figur 28) (Huber og Williams 1998, s.49). Et tredje alternativ, som er vist som nr. 3 i figuren over, er å feste en mikrofon over rimmen (cirka 2-3 centimeter) slik at den peker rett ned mot skinnet.

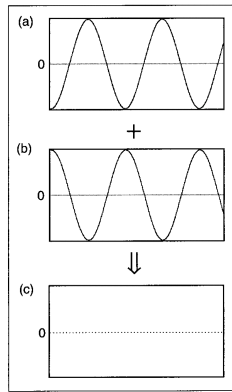
Når det gjelder mikrofonplassering på skarptrommen vil det være rimelig å anta at man vil få noe refleksjoner fra de omkringliggende flatene, som vanligvis vil være hi-hat og tammer. En fordel med disse er at de stort sett har konvekse overflater, og som vi har sett tidligere vil slike spre lyden. Slik vil man kanskje unngå at man får områder hvor man har stor tetthet av refleksjoner som vil være tilfellet ved f.eks. konkave overflater.

3.2.7 Faseproblemer

Når man bruker flere enn en mikrofon for å fange opp lyd kan man få problemer med fase³⁹. Dette fenomenet kalles for fasekansellering⁴⁰. Dette kan forekomme som følge av avstandsforskjellen mellom mikrofonene og lydkilden. Denne avstandsforskjellen fører til en forskjell i tidspunktet for når lyden treffer de forskjellige mikrofonene (Zetterberg 2002, s. 51), som igjen kan medføre store hull i frekvensspekteret til lyden som fanges opp. Dette er et problem jeg kan treffe på i analysen, da jeg kommer til å bruke to mikrofoner for å undersøke hvordan skarptrommelyden blir med både over- og undermikking (kap. 4.4.5 Forsøk nr. 5). Figur 29 illustrerer effekten av fasekansellering.

³⁹ Fase: Tidsforskjellen mellom to bølger. Uttrykkes i grader hvor 360 grader tilsvarer en forsinkelse på nøyaktig en periode (White 1999 I, s. 272).

⁴⁰ Dette er samme prinsipp som ligger til grunn for kamfiltrering.



Figur 29: The effect of phase inversion. (b) is a phase-inverted copy of (a). If the two waveforms are added together, they sum to zero (Roads 2000, s.19).

3.2.8 Oppsummering "Mikrofoner"

I kapitlene som omhandler mikrofoner har jeg beskrevet to hovedkategorier av mikrofoner. Dynamiske- og kondensatormikrofoner omformer lydbølger til elektrisk spenning på hver sin måte. Som følge av dette har som regel dynamiske mikrofoner dårligere frekvensrespons enn kondensatormikrofoner. Dette er fordi membranen i dynamiske mikrofoner i de fleste tilfeller er tykkere (har større masse) enn hva som er tilfellet i kondensatormikrofoner. Dermed vil også dynamiske mikrofoner ofte ha dårligere transientrespons fordi større masse krever mer tid for å få stanset bevegelsen i membranen. Vi har også sett hvordan mikrofoner kan fange opp lyden på forskjellige måter med hensyn til retningen lydbølgene kommer fra, og hvordan mikrofoner vanligvis plasseres i forhold til en skarptromme.

3.3 Prosesseringsverktøy

Innen pop/rock er det vanlig med en eller annen form for prosessering av lyden både i konsert- og innspillingssammenheng. I denne delen vil jeg se på noen av de vanlige prosesseringsverktøy som brukes. Dette vil jeg gjøre for å få et bredere bilde av hva som vanligvis utgjør viktige bestanddeler i en lyd som er tatt opp eller som det blir gjort opptak av. Kunnskap om disse vanlige prosesseringsverktøyene kan man anta er viktige for forståelsen og fortolkningen av både "ekte" og innspilt lyd.

I opptakssammenheng er det særlig equalizer, kompressor, gate og klang som brukes. Jeg vil derfor foreta en gjennomgang av hvordan disse fungerer da jeg finner det hensiktsmessig for forståelsen av deres påvirkning på skarptrommelyden.

Hensikten med dette kapittelet er ikke å se på hvordan ulike enheter innenfor hver kategori kan farge lyden forskjellig. Det vil si at jeg verken skal se på hvordan f.eks. kompressorer fra

ulike produsenter farger lyden på sine egne karakteristiske måter, eller hvordan rør-elektronikk skiller seg fra transistorelektronikk. Det er trolig slik at de interne forskjeller innenfor hver kategori henger sammen med de innebygde kretser når det gjelder analogt utstyr og at man i digital sammenheng finner forskjeller i algoritmene for de ulike enhetene⁴¹. Hensikten med dette kapittelet er å få en forståelse av hvordan disse verktøyene som kategorier påvirker lyden.

3.3.1 Kompressor

Kompressorer ble først utviklet for å holde kontroll på lydnivået under film-innspillinger. Den ble raskt tatt opp av musikkinnspillingsindustrien for å ha kontroll på vokalopptak. I dag er kompresjon en like stor del av musikkinnspillingen som den digitale klangen og kompressorer blir brukt på omtrent alt i en miks innenfor en popkontekst. Om bruken av kompressorer sier White:

”The ability to compress the natural dynamics of a sound in a controlled manner is very important in contemporary music production, and it’s probably fair to say that after a reverb unit, a compressor is the most important signal processing tool in the studio” (White 1999 I, s. 88).

Siden kompressorer synes å være så viktig kan man stille spørsmålet: Hva er det en kompressor gjør med lyden?

I hovedsak vil en kompressor redusere det dynamiske omfanget i et signal. Det vil si at nivåforskjellene mellom høyt og lavt blir redusert. Slik kan man få økt det man kaller opplevd styrkegrad eller ’loudness’ i et signal.

Man kan tenke seg en kompressor som en automatisk volumkontroll. Når amplituden overstiger et gitt nivå (bestemt av ”threshold”, oversatt til norsk: terskelnivå eller terskelgrense), reduserer kompressoren amplituden, og det medfører at signalet ikke blir så høyt som det ellers ville ha vært. På enkelte kompressorer er det mulig å velge om terskelverdien skal reagere på amplitudetopp eller på en RMS-verdi⁴². RMS-verdien vil stemme bedre overens

⁴¹ Ofte er digitale prosesseringsverktøy etterligninger av gamle analoge verktøy. Spesielt er plugin’er som simulerer gamle analoge kompressorer populære.

⁴² RMS (’root mean square’) er en teknisk betegnelse som stemmer bedre overens med opplevelsen av styrkegrad. Det vil si kvadratroten av gjennomsnittet av alle maksimalverdier opphøyd i andre for en gitt varighet i tid. Slik vil både positive og negative fasekomponenter over et gitt tidsvindu bidra til amplitudeverdien. Dette gjøres ved at alle topper (både ’+’ og ’-’) i en representasjon av lufttrykk registreres over et tidsutsnitt av en lyd på f.eks. 124 millisekunder (størrelsen på utsnittet omtales som regel som ’analysevindusets størrelse’). Deretter må gjennomsnittsverdien til toppene regnes ut, og til slutt kvadratroten av

med opplevd styrkegrad, og det er en vanlig oppfatning at dette valget ofte kan gi et mer musikalsk resultat når man komprimerer individuelle signaler.

Mengden kompressoren reduserer nivået med bestemmes av "ratio".

"Ratio is simply the change in output level that results from a given change in the input level" (Ibid, s. 91).

'Ratio' er vanligvis uttrykt som en tallverdi, f.eks. "4:1", som representerer hvor mye signalet blir senket når nivået går over terskelgrensen. Hvis terskelgrensen er satt til -10 dB og "ratio" er satt til 4:1, vil et hvert signal måtte overstige terskelgrensen med 4 db for at utgangssignalet fra kompressoren skal øke med 1 dB. Signalnivåer som er under terskelgrensen blir ikke påvirket. Det dynamiske området til signalet blir altså redusert, og resultatet blir et komprimert signal. Vanligvis kan man også kontrollere om kompressoren skal begynne å arbeide på signalet nøyaktig ved det nivået terskelgrensen er satt til, eller om man vil ha en litt mykere overgang slik at kompressoren begynner å arbeide noe før signalet har nådd terskelverdien. Dette refereres henholdsvis til som 'hard-knee' og 'soft-knee'.

For at en kompressor skal virke som tidligere forklart må den kunne respondere til raske eller plutselige endringer i signalet. I tillegg til å holde rede på de nevnte parametere er det i denne sammenheng to andre parametere som er viktige. Dette er attack- og 'release'-tid.

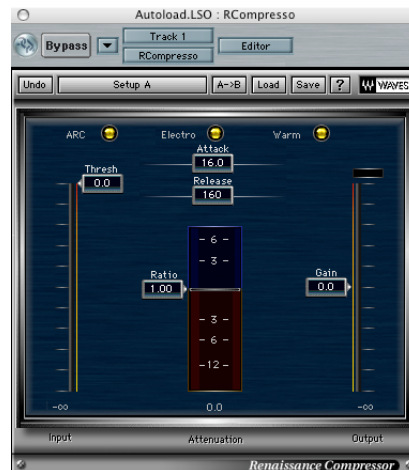
Attacktid: Tiden det tar for kompressoren å respondere til et signal som har overgått terskelnivået, kalles attacktid. Dette er et variabelt parameter på grunn av at innstillingene her er avhengig av typen materialet som skal prosesseres og også av hvilket resultat man ønsker.

Releasetid: Tiden det tar for kompressoren å falle tilbake til dens normale nivå så snart signalet har falt under terskelgrensen, kalles for 'release'-tid. Innstillingen av denne er også viktig fordi, hvis den er for kort, vil kompressornivået gå tilbake til utgangsinstillingen for fort, som igjen vil resultere i pumping ettersom nivået raskt endres.

Auto-mode for attack og 'release' er blitt mer vanlig. I stedet for at man selv justerer attack og release tiden, har kompressoren en innebygd krets (som analyserer den dynamiske karakteristikken for det innkommende signalet), som justerer attack og release tiden slik at den minst merkbare kompresjon produseres.

gjennomsnittsverdien. Kvadratroten av gjennomsnittsverdien av lufttrykkstoppene i et gitt lydutsnitt er RMS (Riskedal). RMS er altså en annen måte å måle amplitudeverdien på.

Det siste parameteret jeg vil se på er det som kalles 'make up gain'. Dette er en volumkontroll der man setter utgangsnivået for signalet fra kompressoren. Et signal som er sendt gjennom en kompressor har vanligvis fått redusert sitt volum som følge av komprimeringen. Derfor er det hensiktsmessig å kunne øke nivået på signalet ut fra kompressoren slik at man har samme amplitudetopp i signalet etter at kompressoren er brukt hvis det er ønskelig. Figuren nedenfor (Figur 30) viser et bilde av en kompressor.



Figur 30: Figuren viser bilde av en kompressor plug'in. Her ser man de ulike parametere som kan kontrolleres av brukeren.

En foreslått utgangsinnstilling på en kompressor for skarptromme er: Attakk: 5-10 ms; 'Release': 150 ms; 'Ratio': 4:1-6:1 (Huber and Williams s.116).

I enkelte tilfeller kan kompressoren ha rollen som limiter. Hvis "ratio" blir satt til å være veldig høy (verdi fra 10:1 og høyere), har man det som kalles en limiter.

"Absolute limiting (where the output never exceeds the threshold value at all), requires a ratio of infinity:1, but in practice, ratios greater than around 10:1 have much the same effect" (White 1999 I, s. 91).

Ved bruk av limiter vil et signal som går over terskelnivået være utsatt for en stor mengde av volumreduksjon, og signalet er derfor hindret fra å overstige terskelnivået. I tilfeller hvor et signal ikke under noe omstendigheter må overgå et visst nivå er det viktig å bruke limiter. For eksempel når man bruker en digital opptaker, hvor det ikke er noe "headroom"⁴³ over 0 dB⁴⁴,

⁴³ Headroom: Sikkerhetsmarginen i dB mellom den høyeste amplitudetoppen fra et signal og maksimum nivået som utstyret som mottar signalet kan tåle (White 1999 I, s. 259).

⁴⁴ Ved bruk av analoge opptakere (båndmaskiner) overstyrer man ofte signalet på trommer. Den kompresjon det analoge båndet skaper gir en særegen lyd og derfor har gamle båndmaskiner forblitt populære for opptak av trommer.

kan det være smart å bruke en limiter slik at man er sikker på at man ikke får digital forvrengning eller klipping⁴⁵.

En variant av kompressorer er det som kalles for flerbåndskompressor. Dette kan enkelt beskrives som flere kompressorer i en. Det vil si at man deler et signal opp i flere frekvensbånd for å kunne ha ulike innstillinger for de ulike frekvensområdene i signalet og dermed oppnå forskjellig kompresjon for disse frekvensbåndene⁴⁶.

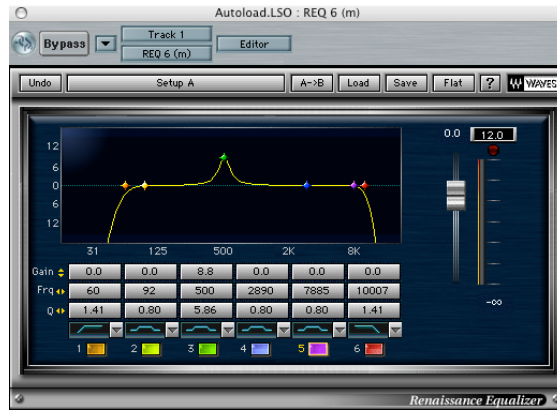
3.3.2 Equalizer

Equalizer (eq) kan oversettes til det norske ordet tonekontroll. Det finnes mange ulike typer equalizere. Hovedsaklig kan man si at forskjellen mellom dem er hvordan de arbeider på ulike deler av frekvensspekteret. Det finnes alt fra enkle bass- eller diskantkontrollere til flerbånds parametriske equalizere. De to førstnevnte kan f.eks. være lavpass- og høypassfiltre. Disse kutter i de frekvensområder som navnene tilsier. Lavpassfiltre slipper gjennom lyd fra et gitt frekvensområde og nedover i frekvensregisteret, mens høypassfiltre fungerer motsatt. De slipper gjennom lyd fra et gitt frekvensområde og oppover i frekvensregisteret. Eksempler på disse to ser man i figuren nedenfor (Figur 31) helt til venstre og helt til høyre i bildet. En annen type equalizer kan være det som kalles 'low-shelv' og 'high-shelv', disse demper eller øker nivået fra et frekvensområde og henholdsvis nedover og oppover i frekvensregisteret.

På en parametrisk equalizer kan man som bruker kontrollere hvor i frekvensspekteret man vil arbeide. Hvor bredt eller smalt frekvensområde man vil arbeide på refereres til som båndbredden. I tillegg kontrollerer man hvor mye man vil dempe eller øke det valgte frekvensområdet.

⁴⁵ Klipping: En form for forvrengning som forekommer når et signal overstiger maksimalnivået som utstyret kan håndtere (White 1999 I, s. 247).

⁴⁶ Som regel kan man med flerbåndskompressor ha større ratio'er og dermed kan man oppnå et høyere gjennomsnittlig amplitudenivå før man får uønskede bieffekter.



Figur 31: Figuren viser bilde av en equalizer. 1 viser et høypassfilter og 6 viser et lavpassfilter. 2 til 5 viser parametriske filtre.

Båndbredden bestemmer man ved å sette en Q-faktor⁴⁷. Tabellen nedenfor (Tabell 2) viser forskjellige innstillinger for Q-faktor og hvor bredt disse påvirker frekvensspekteret.

| Q innstilling | Båndbredde |
|---------------|-------------|
| 0,667 | 2 oktaver |
| 1,044 | 1 1/3 oktav |
| 1,414 | 1 oktav |
| 2,871 | 1/2 oktav |

Tabell 2: Tabellen viser hvor stort frekvensregister ulike q-faktorer påvirker (Dennis).

Huber og Williams nevner noen vanlige frekvensområder som er fornuftige å arbeide på når det gjelder skarptrommelyd. De sier at en økning i frekvensregisteret rundt 100-130 Hz gir fylldighet. En økning rundt 250 Hz gir varme. Den karakteristiske 'snappe'-lyden kan fremheves med en økning i frekvensområdet 3-6 kHz. Ved en økning i det høye frekvensregisteret rundt 8-10 kHz øker man 'sprøheten' og fremhever attacket. Man kan oppnå 'varmere' lyd ved å dempe i det øverste frekvensregisteret (Huber & Williams 1998).

Equalizere er lagd for å løfte eller dempe deler av lydspekteret, men en av bieffektene av eq er at man også introduserer faseforskjeller mellom høye og lave frekvenskomponenter i et signal⁴⁸. Ved å øke nivået av høye frekvenser kan man få en lyd med en viss avstand til å oppleves som nærmere. Dette er fordi man slik kan kompensere for tapet av høye frekvenser ved luftabsorpsjon.

Et aspekt ved naturlig lyd relateres ikke til lyden i seg selv, men til hvordan menneskets øre fungerer. Mens en god hi-fi-forsterker har en perfekt flat frekvensresponskurve, er ikke

⁴⁷ Q-faktoren bestemmer omfanget til filteret. Jo høyere q-faktor, dess smalere er frekvensområdet som slippes gjennom filteret (White 1999 I, s. 275).

⁴⁸ Mens effekten av en eq's "arbeid" på spektrumet til lyden som blir prosessert er vel dokumentert, er vanligvis mye mindre sagt om hvordan en eq påvirker fasen til signalet. Det er nå en voksende tro på at det som en eq gjør med fase er like viktig som hva den gjør med frekvensrespons (White 1996).

menneskets øre i nærheten av å ha dette (White 1996)⁴⁹. Frekvensresponskurven avhenger av nivåforandringer i lyden som høres. Når en lyd blir høyere, oppfatter vi mer bass og diskant, mens mellomtoneområdet blir dempet. Hvis man ser på en frekvenskurve vil man se en kurve med et fall på midten (smilekurve). Og jo høyere lydnivå, jo dypere smil. På et vanlig stereoanlegg vil "loudness"-knappen simulere denne kurven, slik at man kan spille av materiale på et lavt volum, og allikevel få inntrykket av "loudness" (White 1999, s.71). Slik kan man med eq simulere denne loudness-effekten.

3.3.3 Gate

Enkelt fortalt er en 'gate' et verktøy som 'mutter'⁵⁰ et signal som har nivå som er under et gitt terskelnivå. Man kan altså si at mens en kompressor kontrollerer et signal hvor amplituden overstiger et gitt terskelnivå, så kontrollerer en gate et signals nivå som er under et gitt terskelnivå. Vanligvis brukes gate for å ta vekk uønsket støy som kan være hørbar f.eks. mellom to skarptrommeslag. White påpeker at gate'er ofte brukes i sammenheng med bruk av mikrofoner på trommer for å redusere lekkasje mellom de ulike mikrofonene (White 2000, s. 38).

Attakk bestemmer hvor raskt gate'en skal åpnes. Det vil si at for lyder med raskt attakk må gate'en åpnes raskt for at det originale attakket ikke skal påvirkes. Release bestemmer hvor raskt gate'en skal lukkes. Med parameteret 'Hold' setter man en minimumstid for hvor lenge man ønsker at gate'en skal være åpen. Med parameteret 'Lookahead' analyseres signalnivået forut i tid slik at gate'en antar et punkt hvor den kan åpne før signalet egentlig når terskelnivået. Dette er et viktig parameter hvis man arbeider med lyd som har veldig sensitive transienter og man ønsker å beholde disse.



Figur 32: Figuren viser en vanlig gate hvor man ser de forskjellige parametere som brukeren har kontroll over.

⁴⁹ Ørene våre er mest sensitive til frekvenser rundt cirka 2000Hz (Mathews s. 71).

⁵⁰ Mute: at man skrur av signalet slik at man ikke har lyd.

3.3.4 Klang

”Adding reverb to tracks that were recorded dry is an age-old practice. Reverb can be used as an important tool to improve listenability, or it can be used in an exaggerated fashion to achieve an effect. Different types of reverb devices have been developed over the years, each having their own unique sound” (Huber and Williams 1998, s. 122).

Som vi har sett i kapittelet om romakustikk, vil et hvert rom ha sin unike akustiske karakteristikk som følge av refleksjon og absorpsjon av lydbølger i rommet. Denne soniske informasjonen bruker hjernen til å gjøre ubevisste evalueringer av miljøet rundt oss⁵¹ (White 1999 I, s. 167). På grunn av at nærmikkingsteknikken vanligvis medfører minimalt opptak av akustikken i et rom vil det i innspillingssammenheng som regel være behov for en eller annen form for kunstig klang.

”Close-miked drums have very little room ambience, unless you’re working in a nice live room and are adding ambience mics into the mix” (White 2001 II).

Som vi har sett hva gjelder f.eks. for både kompressor og eq, så finnes det også ulike klangmaskiner som har sin egne unike lyd eller karakteristikker. En viktig forskjell mellom ulike klangmaskiner er algoritmene som ligger til grunn for hvordan de ulike klangene skal produseres.

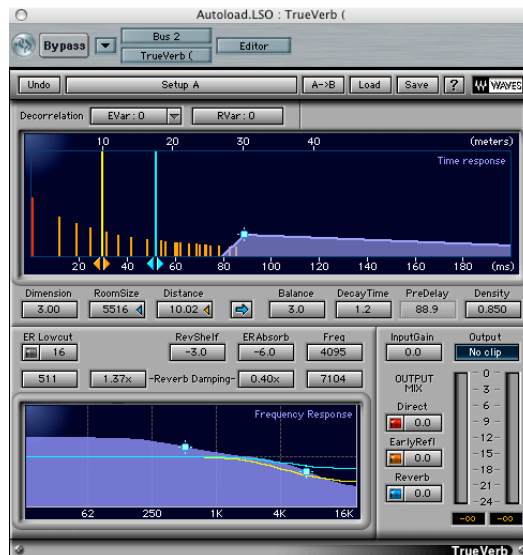
Om kunstig klang sier Roads:

”Effective simulation of natural reverberation requires high echo density. Some early digital reverberators produced as few as 30 echoes per second, while in actual concert halls, an echo density of more than 1000 echoes per second is typical” (Roads 2000, s. 477).

Av sitatet ovenfor ser man at en kunstig klang må kunne produsere mange ekko av lyden for at vi skal få en fornemmelse av ’ekte’ klang. Dette henger sammen med hvordan lyd oppfører seg i ekte rom. Avstanden mellom disse refleksjonen må velges med omhu, samt at det må gjøres en digital filtrering av klanglyden for å oppnå gode frekvenskarakteristikker til å støtte opp om fornemmelsen av ’ekte’ klang⁵². Figuren nedenfor (Figur 33) viser et bilde av en vanlig kunstig klang.

⁵¹ For utfyllende informasjon om dette se Pierce 2001.

⁵² Kunstig klang brukes også som ren effekt uten at man prøver å simulere ’ekte’ rom.



Figur 33: Figuren viser bilde av en plug'in som produserer kunstig klang. Her ser man forskjellige parametere som brukeren har kontroll over.

3.3.4.1 Vanlige parametere i "klangmaskiner"

I forhold til hva som er vanlige parametere i "klangmaskiner" kan man spørre: Hvilke er viktige parametere som må simuleres for at man skal oppleve en kunstig klang som 'ekte'?

Hovedparametrene i en klangmaskin som er tilgjengelige for brukeren er: pre-delay, tidlige refleksjonsmønster og nivå, samlet tid det tar for lyden å dø ut (decay) og frekvensrespons, samt tettheten av refleksjoner (density) (White 1999 I, s. 174).

Pre-delay setter tiden mellom den originale lyden og de første refleksjonene. Med dette parameteret kan man skape illusjonen av romstørrelse. Som vi har sett tidligere gjenspeiles romstørrelse bl.a. i tiden mellom den direkte lyden og de første refleksjonene.

Tidlige refleksjoner er vanligvis ikke variable på samme måte som pre-delay. Her kan brukeren vanligvis velge mellom et utvalg av forhåndsprogrammerte rom, haller og lignende. Jo lengre det er mellom refleksjonene, dess større låter rommet. Vanligvis kan brukeren sette nivå og avstand mellom disse refleksjonene.

"Decay-time"⁵³ bestemmer hvor lang tid det tar for lyden å dø ut, og større verdier skaper illusjonen av større rom med flater som reflekterer mye. White sier:

"Longer reverb times are suggestive of large environments with very reflective surfaces whereas shorter ones may be used to simulate the natural acoustics of a typical small room" (Ibid, s. 174-175).

Kortere verdier kan altså brukes for å simulere den naturlige akustikken i små rom⁵⁴.

⁵³ Vanligvis definert som tiden det tar for klangens nivå å minke med 60dB. Refereres ofte til som RT60.

I kapittelet om romakustikk har vi sett at de fleste rom har bedre absorpsjon av høye frekvenser enn av lave. Som følge av denne absorpsjonen kan man anta at det nesten aldri er nødvendig med en kunstig klang med samme frekvensrespons som den originale lyden hvis intensjonen er å skape en naturlig og overbevisende klang. White påpeker at en båndbredde på 8 kHz er mer enn tilstrekkelig for de fleste naturlige simuleringer (Ibid, s. 169). Dempingen av høye frekvenser gjør at disse dør ut tidligere enn de lave, og dette er viktig når man skal simulere absorpsjonskarakteristikkene til ekte rom. Da de fleste materialer absorberer høye frekvenser bedre enn lave ønsker man vanligvis å kunne dempe disse når man skal simulere et rom.

Tetthet (density) kontrollerer den innledende oppbygningen av refleksjoner. Det vil si at dette parameteret bestemmer tettheten av disse refleksjonene.

Til slutt i dette kapittelet vil jeg se på noen vanlige klangvalg når det gjelder skarptrommelyd. Skarptrommer har en tendens til å dra fordel av kunstig klang, og 'plate'⁵⁵ er et vanlig valg (Ibid, s.183). Om valget 'plate' sier White:

"Plates also have a fast attack and a bright tonality which helps reinforce the attack and definition of the snare drum. Longer plate settings can be used to create a very transparent, steamy kind of sound, but here it can help to roll off some of the bass to prevent things getting out of hand. As a general rule, the longer settings work best on slower pieces of music or songs with sparse instrumentation" (Ibid, s. 183).

I tillegg til plate brukes også både rom og haller. I likhet med hva som er tilfelle med blant annet både eq og kompressor, synes det som om det også her er behov, smak og behag som er mest avgjørende for valget av innstillinger. En typisk skarptrommeklang kan variere i varighet fra cirka et halvt sekund til over to sekunder hvis man ønsker en tydelig effekt (Ibid, s. 183). White påpeker at en klang med varighet på cirka et halvt sekund gir en tett og klar lyd.

3.3.5 Oppsummering "Prosesseringsverktøy"

I kapitlene som omhandler ulike prosesseringsverktøy har vi sett fire ulike kategorier av disse. Mens en eq kan sees på som en volumkontroll for ulike frekvensområder i et signal kan man si at en kompressor er en volumkontroll som påvirker hele frekvensområdet i et signal. Frekvensområder som kan være fornuftige å arbeide i når det gjelder eq, og

⁵⁴ White påpeker at de fleste klangmaskiner kan produsere lange klanger, men at kvaliteten til klangmaskinen i hovedsak bestemmes av hvordan den emulerer klangen i små rom (White 1999 I, s. 175).

⁵⁵ Ordet 'plate' kommer fra en eldre teknikk hvor man bruker vibrerende metallplater for å lage klang.

innstillinger for kompressor når det gjelder skarptrommelyd har blitt presentert. Gate brukes for å kontrollere et signal som går under et terskelnivå mens en kompressor kontrollerer et signal som går over et terskelnivå. Kunstig klang har vi sett er nyttig for å simulere roms akustiske karakteristikker.

4. Analyse av skarptrommelyd

I dette kapittelet presenteres resultatene fra analysene av skarptrommelyd. Analysene er delt inn i seks forskjellige forsøk som hver tar for seg ulike aspekter ved skarptrommelyd i opptakssammenheng. Nedenfor følger en kort gjennomgang av problemstillingene og hva som gjøres i hvert enkelt forsøk.

Forsøk nr. 1: Her skal jeg se på innholdet i skarptrommelyden ved å analysere to eksitasjoner av skarptrommen. Den ene er uten seiderne tilkoblet, mens den andre er med seiderne tilkoblet. Hensikten med disse analysene er å se på skarptrommelyden sett i forhold til hva som er sagt om den i kapittel 2 (*"Skarptrommens fysikk"*).

Forsøk nr. 2: I dette forsøket vil jeg undersøke hvordan ulik eksitasjon med hensyn til plassering på trommeskinnet påvirker lyden som fanges opp av mikrofonen.

Forsøk nr. 3: Her undersøkes hvordan ulik eksitasjon med hensyn til kraft i slaget påvirker lyden som fanges opp av mikrofonen.

Forsøk nr. 4: Jeg vil her studere hvordan mikrofonvalg og mikrofonplassering påvirker lyden som tas opp. Her skal jeg se på forskjeller mellom dynamiske mikrofoner og kondensator-mikrofoner og hvordan lyden eventuelt forandres i forhold til avstanden mikrofonen har fra instrumentet.

Forsøk nr. 5: Hvilken påvirkning av skarptrommelyden får man ved å bruke en mikrofon på undersiden, i tillegg til en på oversiden, av skarptrommen? Her vil jeg undersøke forskjellen man får i lyden mellom disse, samt hvordan blandingen av lyden fra de to mikrofonene vil 'farge' lyden.

Forsøk nr. 6: Her skal jeg se på hvordan noen av de vanligste effektprosesseringsverktøyene påvirker lyden. Her vil jeg bruke de tidligere nevnte vanlige prosesseringsverktøy for å forsøke å 'forbedre' lyden som jeg har gjort opptak av. Som tidligere påpekt kan det være søkt å gjøre dette uten å foreta noen estetisk vurdering for slik å forbedre lyden i forhold til et lydideal. Det er derfor viktig å påpeke at 'forbedringen' slik er tatt ut av konteksten, men at forsøket allikevel vil gi nyttige resultater i forhold til oppgavens målsetting. Slik vil forhåpentligvis resultatene av dette forsøket kunne gi leseren kunnskap om hvordan man ved

hjelp av disse verktøyene kan forme skarptrommelyden i forhold til ulike lydidealer. Gjennom disse seks forsøkene vil jeg bruke eq, kompressor, gate og kunstig klang.

For å få til disse analysene må jeg først gjøre opptak av skarptrommelyd, for så å gjøre spektralanalyse av lydene jeg har gjort opptak av. Programmer som gjør spektralanalyse gir en visuell representasjon av frekvensinnholdet til lyden som analyseres. Det finnes mange dataprogrammer som gjør spektralanalyse. Slike særegne programmer lages for både Linux, Windows og Macintosh, og er av ulik kvalitet. For å gjøre disse analysene har jeg valgt å bruke programmet 'AudioSculpt' fra Ircam⁵⁶.

Før jeg går i gang med selve analysen, vil jeg se på forskjellige emner som berører den. Først vil jeg se på digitalisering av lyd og prøve å gi en forklaring av hva som skjer når lyd digitaliseres. Dette vil jeg gjøre fordi jeg skal anvende programmer som bruker digital lyd for å gjøre spektralanalyse. Slik vil det være nyttig med en forståelse av hva som er forskjellen mellom analog og digital lyd. En forståelse av dette vil også hjelpe til med å velge rette innstillinger for opptakene som skal gjøres.

Når det gjelder spektralanalyse kommer jeg til å benytte sonogrammer. Det vil derfor være hensiktsmessig å se nærmere på hva dette er, og også se på de ulike parametre man som bruker har kontroll over når man skal gjøre disse analysene. Dette vil jeg gjøre for at man skal kunne velge rette innstillinger for analysene, og dermed forstå hva man til enhver tid kan lese ut av sonogrammene.

4.1 Digitalisering av lyd

I forhold til opptak og analyse av lyd kan det være hensiktsmessig å vite noe om forskjellen mellom analog og digital lyd. For å kunne gjøre de ulike analysene må lyden som tas opp digitaliseres. Derfor vil jeg se nærmere på enkelte prinsipper for digitalisering av lyd og hva digitalisering av analog lyd innebærer.

I hovedsak består analog lyd av variasjoner i elektrisk spenning, mens digital lyd består av binære tall⁵⁷. Halmrast beskriver forskjellen mellom analog og digital lyd slik:

”Analog lyd: Kontinuerlig (Det finnes en amplitudeverdi for absolutt ethvert tidspunkt. Digital lyd: Vi sjekker lydens amplitude kun ”ved jevne mellomrom” (kalt ”sampling rate”). Prosessen kan også kalles

⁵⁶ Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique. www.ircam.fr

⁵⁷ Binære tall: tall i to-tallsystemet, uttrykt ved hjelp av symbolene 0 og 1.

”diskretisering”, da lyden nå kun blir angitt ved diskrete/adskilte tidsintervall” (Halmrast).

Som man ser av sitatet over er altså forskjellen mellom analog og digital lyd at en analog representasjon er absolutt sammenhengende, mens en digital representasjon er oppstykket i tid. Samplingsraten eller samplingsfrekvensen bestemmer ved hvilke tidspunkter man får avlesninger. Standard for audio-cd er en samplingsfrekvens på 44,1kHz, som betyr at man har 44100 avlesninger per sekund.

Årsaken til at denne samplingsfrekvensen ble en standard for audio cd’er henger sammen med hvordan vi oppfatter lyd. Man antar at menneskets hørsel på sitt beste er i stand til å oppfatte lyd med frekvens fra 20 Hz og opp til 20 kHz (denne øvre grensen synker vanligvis noe etter hvert som man blir eldre). Hvorfor har man da en samplingsfrekvens som er mer en det dobbelte av hva mennesket er i stand til å høre?

Dette henger sammen med det som kalles for Nyquists samplingsteorem. Samplingsteoremet ble uttalt av Harold Nyquist (1928) slik:

”For any given deformation of the received signal, the transmitted frequency range must be increased in direct proportion to the signalling speed.... The conclusion is that the frequency band is directly proportional to the speed”. (Roads 2000, s.30).

Samplingsteoremets essensielle poeng kan sies på følgende måte: For å være i stand til å rekonstruere et signal må samplingsfrekvensen være minst det dobbelte av frekvensen til signalet som skal samples (Ibid).

Av dette kan man altså se hvorfor samplingsfrekvensen er over det dobbelte av hva vi er i stand til å høre. Når man deler 44100 på 2 får man 22050. Det er altså lagt til en liten sikkerhetssone i øvre kant slik at man er i stand til å reprodusere lyder som har frekvensinnhold helt opp til 22,05 kHz selv om man antar at vi ikke kan høre lyd med frekvensinnhold over 20 kHz. Herav ser man at en samplingsfrekvens på 44,1 kHz burde være mer enn godt nok for å ta opp og reprodusere lyd som er innenfor vårt hørbare frekvensområde.

For å unngå det som kalles aliasering⁵⁸ bruker man et filter ⁵⁹ før selve prosessen der et innkommende signal blir gjort om fra analogt til digitalt⁶⁰.

⁵⁸ Dersom signalet vi sampler inneholder frekvenskomponenter over halve samplingsfrekvensen vil disse komponentene speiles nedover i spekteret og danner slik falske frekvenser (Hammer).

⁵⁹ Filterets funksjon er å ikke slippe gjennom frekvenser med høyere verdi enn 22,05kHz. Et slikt filter kalles ’antialiasing filter’. Et annet filter som er viktig er det som kalles for ’anti-imaging filter’. Dette filterets

Et digitalt signal er altså ikke tidskontinuert⁶¹. En annen ting som er verdt å merke seg er at digitale signaler ikke er amplitudekontinuert. Det vil si at signalet har diskret amplitudeoppløsning. Det er altså adskilte intervall mellom hvilken amplitudeverdi hvert eneste sample får når det blir digitalisert. Dette fenomenet kalles 'quantization' (Ibid, s. 33). Roads skriver følgende om dette:

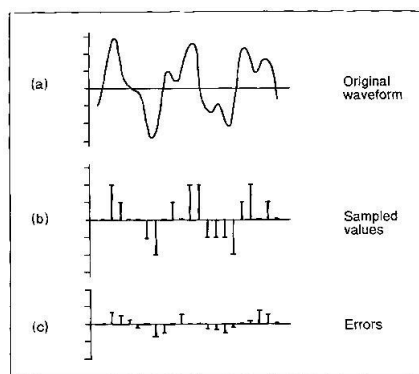
"The values of the sampled signal cannot take on any conceivable value. This is because digital numbers can only be represented within a certain range and with a certain accuracy, which varies with the hardware being used. The implications of this are an important factor in digital audio quality" (Ibid, s. 33).

Amplitudeoppløsningen bestemmes av antall bits. Vanligvis kaller man dette 'antallet bits' for bitoppløsning. Halmrast beskriver det slik:

"Antall bits gir altså oppløsning om hvor "nøyaktig" vi følger amplituden i det analoge signalet" (Halmrast 2003).

En audio-cd har en bitoppløsning på 16 bit. Det som er viktig å merke seg her er at 16 bit ikke vil si at det er 16 forskjellige amplitudenivåer et signal kan ha, men 2^{16} som gir 65536 forskjellige amplitudenivåer⁶².

Denne kvantiseringen fører med seg et fenomen som kalles for 'quantization noise', eller på norsk: kvantiseringsstøy. Dette innebærer at alle amplitudenivåer som ikke nøyaktig sammenfaller med de X-antall amplitudenivåene som bitoppløsningen gir, vil bli avrundet til nærmeste diskrete amplitudenivå. Figuren nedenfor illustrerer dette fenomenet.



Figur 34: Effects of quantization. (a) Analog waveform. (b) Sampled version of the waveform in (a). Each sample can be assigned only certain values, which are indicated by the short horizontal dashes at the left. The differences between each sample and the original signal is shown in (c), where the height of each bar represents the quantization error (Roads 2000, s. 34).

hovedfunksjon er å skape en kontinuerlig representasjon av signalet (Roads 2000, s. 32). Her knyttes toppene i hvert sample sammen. Toppene jevnes ut til lydbølger (Roads 2000, s. 25).

⁶⁰ Lyden digitaliseres i en AD-konverter.

⁶¹ Et signal som er tidskontinuert kan endre seg kontinuerlig over tid og er definert til ethvert tidspunkt.

⁶² 24bit gir en amplitudeoppløsning på 16.777.216.

Ut fra hva som er sagt ovenfor vil jeg anta at en samplingsfrekvens på 44,1 kHz og en bit-oppløsning på 16 bit vil være fornuftige innstillinger å bruke når jeg skal ta opp lyd for å analysere den. Eventuell kvantiseringsstøy vil ikke være av noen betydning sett i forhold til analysenes mål.

4.2 Sonogramanalyse - Å lese et sonogram

I analysen skal jeg bruke det som kalles for sonogrammer og vil derfor se nærmere på hva dette er. Roads skriver dette om sonogrammer:

”A sonogram, sonograph, or spectrogram is a well-known spectrum display technique in speech research, having been used for decades to analyze utterances. A sonogram shows an overview of the spectrum of several seconds of sound” (Ibid, s. 563).

Som man ser av sitatet over viser et sonogram en oversikt over det spektrale innholdet i en gitt mengde lyd slik at man har muligheten til å se mange bestanddeler i innholdet til lyden som undersøkes.

For å forstå hvordan et sonogram viser frekvensinnholdet i en lyd, vil det være hensiktsmessig å se på følgende spørsmål: Hvordan gjøres en sonogram fremstilling eller spektralanalyse? Dette er fordi man som bruker kan definere ulike innstillinger for analysen som skal gjøres, og derfor vil det være hensiktsmessig å ha en forståelse av hva som ligger til grunn for en slik fremstilling. Det er viktig å ha en forståelse av dette for å kunne se på fordeler og begrensninger når man skal velge innstillinger for en analyse.

”For å overføre en [...] lyd til frekvensdomenet, må vi gjøre en frekvensanalyse eller Fourier-transformasjon. Dette er i utgangspunktet en meget tung regneoperasjon” (Hammer 1996, s. 68-69).

Bak en frekvensrepresentasjon av et lydsignal ligger altså det som kalles Fourier-transformasjon (Ibid, s. 68-69). Navnet kommer fra den franske matematikeren Fourier⁶³. Han kom frem til at enhver lyd kan analyseres som en kombinasjon av sinustoner (Roads 2000, s. 1075). Om Fourier-transformasjon sier Roads:

”The Fourier transform (FT) is a mathematical procedure that maps any continuous-time (analog) waveform to a corresponding infinite Fourier series summation of elementary sinusoidal waves, each at a specific amplitude and phase. In other words, the FT converts its input signals into a corresponding spectrum representation” (Ibid, s. 550).

⁶³ Jean Baptiste Joseph, Baron de Fourier (1768-1830) (Roads 2000, s. 1075).

Etter hvert kom det en algoritme som reduserte antall kalkuleringer betraktelig (Ibid, s. 1076).

Hammer sier:

”Det var ... en viktig oppdagelse som ble gjort av Cooley og Tukey på 1960-tallet, da de fant en svært effektiv algoritme for Fourier-transformasjon. Etterhvert har det kommet flere liknende algoritmer, som nå går under fellesbetegnelsen Fast Fourier Transform eller FFT” (Hammer 1996, s. 68-69).

Når man skal bruke Fourier-transformasjon er det mest hensiktsmessig å dele lydfilen opp i små biter (Ibid, s. 69). Hvis man ikke gjør dette vil man, som Hammer påpeker, få en dårlig representasjon av hva som skjer med frekvensinnholdet i signalet over tid:

”Man kan gjerne gjøre en sammenhengende FFT på en hel lydfil, men da vil utviklingen over tid inngå i spektral-koeffisientene på en utydelig måte” (Ibid, s. 69).

Denne oppdelingen av lydfilen i små biter kalles for 'windowing' (Roads 2000, s. 1099), og analysemetoden kalles for korttids-FFT (Hammer 1996, s. 69) og forkortes ofte STFT (short time Fourier transform). Poenget er altså at man deler lydfilen opp i mange små analysevinduer. Om hensikten med mange analysevinduer sier Roads:

”By analyzing the spectrum of each windowed segment separately, one obtains a sequence of measurements that constitute a time-varying spectrum” (Roads 2000, s. 551).

Som Roads kommenterer er hensikten med mange analysevinduer at man skal finne eventuelle forandringer i frekvensinnhold som skjer over tid.

Som vi har sett er det i korttids-FFT mange FFT-analyser som foregår, og hver enkelt FFT-analyse er definert som et vindu. Hvordan denne oppdelingen skjer bestemmes av to parametere. Det er:

- vindusfunksjonen (omhyllingskurven)
- vinduslengden

En vindusfunksjon er en funksjon som blir lagt til slik at hvert vindu har en omhyllingskurve, og Roads sier følgende om hensikten med en vindusfunksjon:

”A window is nothing more than a specific type of envelope design for spectrum analysis” (Ibid, s. 550).

”... a window is nothing more than an envelope tailored to the demands of spectrum analysis” (Ibid, s. 1099).

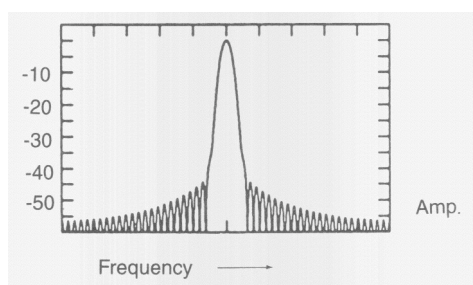
Denne omhyllingskurven refereres til som 'window shape' (Ibid, s. 1100) eller vindusfunksjon (Hammer 1996, s. 72). Hammer begrunner behovet for omhyllingskurver slik:

”Av tekniske grunner (undertrykking av sidebånd etc.) vil man vanligvis legge på en liten envelope på hvert av disse vinduene før man utfører FFT’en” (Ibid, s. 72).

I følge Roads er altså vindusfunksjoner skreddersydde omhyllingskurver. Det eksisterer ulike vindusfunksjoner som har sine fordeler og ulemper, og derfor må man velge vindusfunksjon (vindustype) etter hva man ønsker å analysere. Valg av vindustype vil påvirke det resulterende visuelle spektrogrammet (Roads 2000, s. 1100). Vanlige vindustyper er bl.a. Hamming, Hanning og Kaiser (Hammer 1996, s. 72). Det som karakteriserer de ulike vindustypene er det som Roads kaller for ’main-lobe’ og ’side-lobes’ (Roads 2000, s. 1101). Han skriver:

”All standard (nonrectangular) windows are symmetric and have spectra whose shapes resemble a mathematical sinc function, that is, $\sin(t)/t$. This shape is characterized by a prominent main lobe and a series of side lobes on either side of the main lobe. The primary properties of the window are the width of the main lobe – defined as the number of frequency bins it spans – and the highest side lobe level, which measures how many decibels down the highest side lobe is from the main lobe” (Ibid, s. 1101).

Det viktige i denne sammenheng er derfor hvilke topp-punkter ’main-lobe’ og ’side-lobes’ har. Figuren under illustrerer dette.



Figur 35: Illustrasjon hvor man ser ’den store’ ’main-lobe’ og de små ’side-lobes’ (Ibid, s.1101).

Roads påpeker at det som er viktig i forhold til forskjellen mellom ulike vindusfunksjoner er ’peak side lobe level’ (som er relativ i forhold til ’main-lobe’) og ’rate of decay’ for ’side-lobes’ (Ibid, s. 1102). Tabell 3 viser disse karakteristikkene for standard vindutyper.

| Window type | Peak sidelobe (in dB) | Sidelobe decay (in dB per octave) |
|-----------------|--------------------------|--------------------------------------|
| Rectangular | -13 | -6 |
| Hamming | -43 | -6 |
| Hanning or Hann | -31 | -18 |
| Gaussian | | |
| $a = 2.5$ | -42 | -6 |
| $a = 3.5$ | -69 | -6 |
| Blackman | -58 | -18 |
| Blackman-Harris | | |
| 3-term | -71 | -6 |
| 4-term | -92 | -6 |
| Kaiser | | |
| $a = 2$ | -40 | -6 |
| $a = 3$ | -65 | -6 |
| $a = 4$ | -91 | -6 |

Tabell 3: Tabellen viser sideflipp karakteristikkene til ulike vindustyper (Ibid, s.1103).

Roads påpeker at en bivirkning ved å dele lyden som skal analyseres opp i biter, er at man kan få lekkasje fra 'main-lobe' til 'side-lobes' og slik få et misvisende spektrogram eller sonogram (Ibid, s. 1100-1101):

"In extreme cases, the side lobes of strong frequency components can mask the main lobe of weak frequency components in adjacent bins" (Ibid, s. 1101).

Roads påpeker at vinduene som regel overlapper hverandre (Roads 2000, s. 550), og hensikten med denne overlappingen er at man ikke skal miste informasjon i overgangen mellom vinduene (Hammer 1996, s. 72).

Det andre parameteret i prosessen med å dele et signal opp i små biter ('windowing') er begrepet vindusstørrelse, også kalt vinduslengde (Ibid, s. 1099) eller FFT-størrelse. Avstanden mellom de ulike bitene eller frekvensbåndene avhenger av lengden på analysevinduet.

Vinduslengden definerer hvor mange biter lydfilen skal deles opp i. Dette refereres også til som antall 'punkter' man ønsker å bruke (Hammer 1996, s. 69). Det som er viktig her er at dette parameteret bestemmer oppløsningen i både tid og frekvens (Ibid, s. 69). Typiske verdier som brukes for dette parameteret er 256, 512, 1024 og 2048 (Ibid, s. 69). Størrelsen på frekvensbåndene som analyseres finner man ved å dele samplingsfrekvensen på FFT-størrelsen (Roads 2000, s. 556). Eksempelvis vil en samplingsfrekvens på 44,1kHz og en FFT-størrelse på 128 gi en frekvensbåndbredde på 345Hz. Antall frekvensbånd som analyseres finner man ved å dele FFT-størrelsen på 2 (Hammer 1996, s. 69). Altså vil en FFT-størrelse på 128 gi 64 frekvensbånd. Når det gjelder tidsoppløsning, så finner man den ved å

dele FFT-størrelsen på samplingsfrekvensen (Ibid, s. 69). Dette fører til at man ikke kan ha både god oppløsning i tid og samtidig ha god oppløsning i frekvens. Roads sier det slik:

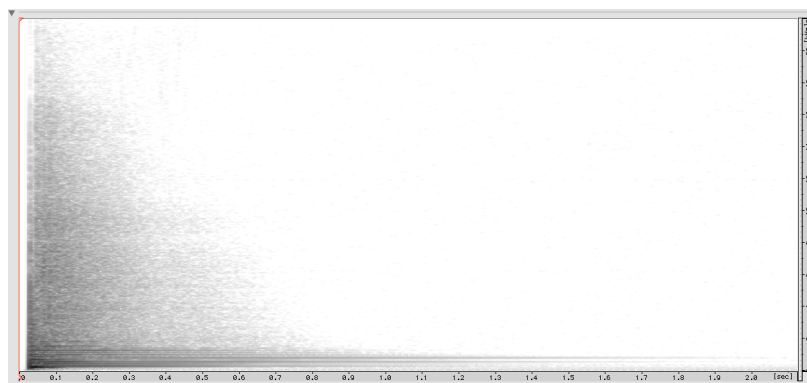
”.. if we want high resolution in the time domain (i.e., we want to know precisely when an event occurs), we sacrifice frequency resolution. In other words, we can tell that an event occurred at a precise time but we cannot say exactly what frequencies it contained. Conversely, if we want high resolution in the frequency domain (i.e., we want to know the precise frequency of a component), we sacrifice time resolution. That is, we can pinpoint frequency content only over a long time interval. It is important to grasp this relationship in order to interpret the results of Fourier analysis” (Roads 2000, s. 557).

Roads påpeker at det ikke er noe vindusvalg som er universelt best for alle lyder og alle analysehensikter. Generelt kan man si en reduksjon i 'side-lobes' fører til utvidelse av bredden på 'main-lobe'⁶⁴.

Valgmulighetene når det gjelder vindustype i programmene jeg skal bruke, er: Hamming, Hanning og Blackman.

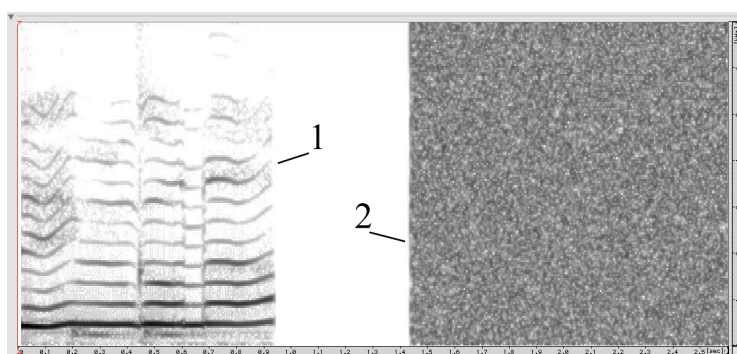
Vanligvis viser et sonogram resultatet av en FFT-analyse med tid (t) langs x-aksen og frekvens (f) langs y-aksen. For et sonogram vil styrken til en gitt frekvens ved et tidspunkt være representert ved mørkhet (gråtone) eller med fargene til det tilhørende punkt eller punkter (vinduet). Slik vil forskjellige karakteristikkere være definert av gråtonespekteret i sonogrammet som representerer styrken og intensiteten til frekvensinnholdet i lyden som analyseres. Dess mørkere de ulike feltene er, jo større amplitudenivå har tilhørende frekvensområde ved dette tidspunkt. Det omfangsområdet gråtonespekteret har bestemmes av hvilken verdi i dB man setter svart og hvit farge til å ha. I programmet jeg skal bruke kan man velge dB-verdi for svart og hvit farge fra 0dB til -120dB. Figuren under (Figur 36) viser en illustrasjon av et sonogram.

⁶⁴ Med andre ord kan man si at en redusering av side-lobes minsker oppløsningen til spektrumet. Herav må man velge mellom forvrengning (store side-lobes, som kan kvele nærliggende topper), og mangel på oppløsning (for bred main-lobe) når man skal velge omhyllingskurve (Roads 2000, s. 1102-1103).



Figur 36: Figuren viser et sonogram av et slag på en skarptromme. Den vertikale aksen viser frekvens (0-22 kHz), og den horisontale aksen viser tid (0-2 sek.). Sonogrammet har en vindusoppløsning på 1024 punkter, og har dermed en frekvensoppløsning på 43Hz, og tidsoppløsning på 1ms.

I et sonogram er det relativt lett å kjenne igjen lyd som består av både periodisk og aperiodisk bølgeform. Som vi har sett tidligere vil tonal lyd i hovedsak bestå av periodisk bølgeform mens støy består av aperiodisk bølgeform. I figuren nedenfor (Figur 37) er dette illustrert der (1) viser lyd med mye periodisk bølgeform (i dette tilfellet vokal), mens (2) viser lyd med aperiodiske bølgeform (i dette tilfellet hvit støy).



Figur 37: Figuren viser sonogram av (1) vokal med mye periodisk bølgeform og (2) støy med bare aperiodisk bølgeform. Tid vises langs x-aksen mens frekvens vises langs y-aksen (0-7 kHz).

4.2.1 Sonograminnstillinger for analysene

Som vi har sett er det med dagens metoder for digital spektralanalyse et dilemma angående forholdet mellom frekvens og tid. Enkelt fortalt vil høyere frekvensoppløsning gå på bekostning av tidsoppløsningen, og motsatt vil høy tidsoppløsning resultere i dårligere frekvensoppløsning⁶⁵. Jeg har valgt å bruke 1024 som vindusstørrelse. Det vil si at det er 512 frekvensbånd som hver har en båndbredde på 43Hz. Hvert analysepunkt i sonogrammet har da en tidsoppløsning på 0,023 sekunder. Jeg antar at dette er tilfredsstillende innstillinger i forhold til hva jeg ønsker å kunne lese av sonogrammene. Ved enkelte analyser er det endret noe på innstillingene. Der hvor det er tilfellet vil disse endringene være oppgitt.

⁶⁵ Det finnes en analogi fra kvantefysikken: det er ikke mulig å angi massen til en eksakt lokalisert partikkel med nøyaktig angitt vekt.

Jeg har valgt å bruke vindustypen Hanning fordi dette vinduet har bra frekvensoppløsning, og den spektrale lekkasjen er liten (Riskedal, s.16). På Berkeley sine internettsider påpekes det også at Hanning er et godt valg for analyse av lyd som har spektrale komponenter som ligger nær hverandre i frekvens (Berkeley Softwaredocs), og det er rimelig å anta at dette er tilfelle for skarptrommelyd.

4.3 Wavelet analyse

Jeg vil nå se kort på en annen analyseteknikk som kalles 'wavelet' fordi jeg kommer til å bruke et verktøy som er basert på denne teknikken i analysedelen.

Analyseteknikken som kalles for 'wavelet'⁶⁶ ligner på den tidligere beskrevne sonogram - fremstillingsteknikken. Begge disse fremstillingsformene tar et lydsignal fra tidsdomenet, og gir så en frekvensrepresentasjon av signalet⁶⁷. Wavelet transformering ble utviklet som et alternativ til korttids FFT (Polikar). Forskjellen ligger i at korttids FFT deler lydsignalet opp i like store deler med hensyn til tid og frekvens, mens wavelet-transformeringen (WT) gjør en logaritmisk⁶⁸ oppdeling av frekvensinnholdet i signalet (Roads 2000, s. 173). Det er altså mange små byggeklosser som kalles 'wavelets' som sammen utgjør WT, og størrelsen på waveletvindue vil forandre seg i forhold til frekvensene som blir analysert. Denne forandringen i størrelse refereres til som 'dilation'⁶⁹, og spesifiseres vanligvis som en faktor av 1/frekvens (Ibid, s. 581). Varigheten til wavelet'en vil altså minke ved høyere frekvenser slik at antall svingninger i bølgeformen forblir den samme (Ibid, s. 582).

"The implication of the dilating window size is that the WT trades frequency resolution for time resolution at high frequencies, and trades time resolution for frequency resolution at low frequencies. Thus the WT can simultaneously detect precise onset times signaled by high-frequency transients, and also resolve the low-frequency spectrum well" (Ibid, s. 582).

Roads påpeker at vi også her får et dilemma med hensyn til frekvensoppløsning i forhold til tidsoppløsning (som ved FFT-analyse). Når det gjelder waveletanalyse vil man ved høye

⁶⁶ "The *wavelet transform* (WT) was originally developed by scientists at the University of Marseille for applications in physics and acoustics" (Roads 2000, s. 581).

⁶⁷ "Another grid-oriented conception, but not related to Fourier or wavelet analysis, is Xenakis's (1960, 1992) concept of *screens*" (Roads 2000, s. 173).

⁶⁸ "The frequency scale of the analysis grid is typically logarithmic. This means that the frequency of each analyzing wavelet is related to the others by a logarithmic musical interval such as a fifth, third, or whatever, depending on the way the system is set up" (Roads 2000, s. 583).

⁶⁹ Dilation= utvidelse, forstørrelse

frekvenser få dårlig frekvensoppløsning til fordel for god tidsoppløsning, og omvendt får man dårlig tidsoppløsning til fordel for god frekvensoppløsning ved lave frekvenser.

Roads hevder at waveletteknikken fungerer bra i forhold til lyder med raske transienter. Derfor har jeg valgt å bruke et analyseverktøy som benytter denne teknikken. Roads sier:

”.. WT offers a multiresolution view of a musical signal, since fine temporal analysis is done with short, high-frequency wavelets, and fine frequency analysis uses long, low-frequency wavelets. A cymbal crash remains invisible to a ”slow” (low-frequency) wavelet, but will be detected by a burst of very ”fast” wavelets. Thus the WT is well suited for the study of transients or onset times in musical signals” (Ibid, s. 589).

4.3.1 PAZ-Frequency

I tillegg til å bruke sonogrammer for å gjøre analyse, vil jeg også bruke en plugin fra Waves⁷⁰ med navnet ’PAZ-Frequency’⁷¹. Denne analyserer også frekvensinnholdet i lyden (som sonogrammene), men bruker den tidligere nevnte waveletteknikken for å utføre analysen.

I manualen til denne plugin’en sies det at den har en lavfrekvensoppløsning på 40Hz som gir 52 frekvensbånd. Frekvensbåndene har en Q-bredde på 10,0. Dette tilsvarer frekvensbåndene til øret slik at man oppnår en god overensstemmelse av hva man ser og hva man hører (Waves, s. 4). Jeg antar at disse innstillingene vil fungere bra i forhold til analysens hensikt. Figuren nedenfor viser et bilde av dette analyseverktøyet hvor x-aksen viser frekvens og y-aksen viser amplitude.



Figur 38: Figuren viser bilde av PAZ-Frequency. På bildet ser vi maksimalverdiene i frekvensinnholdet til en skarptromme. Frekvens vises langs x-aksen, mens amplitude vises langs y-aksen.

4.4 Opptak og analyse av skarptrommelyd

Jeg vil nå gå i gang med de forskjellige forsøkene. All lyd er tatt opp til harddisk ved hjelp av programmet Logic Pro 6.4.2. Skarptrommen som brukes i disse forsøkene er en John

⁷⁰ Plug'in produsent: www.waves.com

⁷¹ PAZ er her forkortelse for Psychoacoustic Analyzer (www.waves.com/download/pdf/PAZ.pdf).

JR Robinson signaturskarptromme fra Pearl. Denne er 4 tommer dyp, standard 14 tommer i diameter, og er lagd av lønn. Trommestikken som brukes er: Vic Firth American Classic 5A. Jeg har brukt 6 forskjellige mikrofoner for å gjøre disse forsøkene. Fem av disse mikrofonene er plassert nær skarptrommen for å kunne undersøke hvordan avstand fra trommen og mikrofontype (dynamisk og kondensator) påvirker opptaket. Når det gjelder hvilken mikrofon man skal bruke ved opptak av skarptromme, er det mange å velge mellom. Et eksempel er Neumann KM 84⁷², som blant annet er Alan Parsons⁷³ favorittmikrofon på skarptromme. Han sier:

”I always use a [Neumann] KM 84 on snare; I could never get a sound I was happy with using any other than a KM 84” (Massey 2000, s. 118).

Et annet eksempel er Shure SM 57, som blant annet Steve Churchyard⁷⁴ bruker. Han sier:

”For snare drum, a 57 on the top” (Ibid, s. 124).

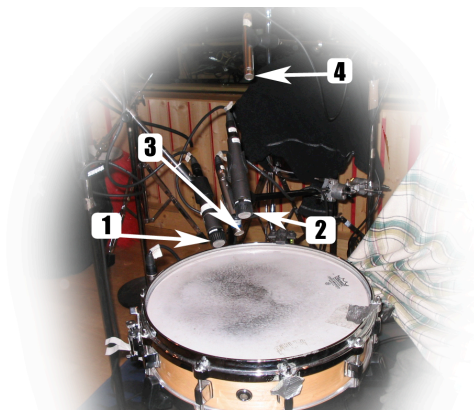
Da det synes som om mikrofonen Shure SM57 nærmest er en standard når det gjelder mikrofonvalg for skarptromme, har jeg valgt å bruke denne. Neumann KM84 ville også vært interessant å bruke, men jeg har ikke hatt denne mikrofonen tilgjengelig, og har derfor valgt å bruke mikrofonen Røde NT5 som ligner på KM84. Disse må ikke forveksles med hverandre da KM84 er av en helt annen kvalitet enn hva NT5 er. Likhetstrekket mellom dem er at begge er kondensatormikrofoner med små membraner.

Mikrofonene som brukes er: 3stk. Shure SM57, 2stk. Røde NT5 og 1stk. Røde Classic II. Sistnevnte er satt opp for å ha funksjon som en ambient-mikrofon. Figurene under viser plasseringen av alle mikrofonene som brukes i disse forsøkene.

⁷² Dette er en kondensatormikrofon som ble produsert fra 1966. Fra 1994 ble disse produsert under navnet KM 184,

⁷³ Tekniker på blant annet: Pink Floyd: Dark Side Of The Moon, Capitol, 1973 (Massey 2000, s. 120).

⁷⁴ Tekniker på blandt annet: Celine Dion: Falling Into You, Epic, 1996. Duran Duran: Thank You, Capitol, 1995 (Massey 2000, s. 129).



Figur 39: Figuren viser plassering av de ulike mikrofonene. Mikrofon nr. 1 er "SM57 nederst", nr. 2 er "SM57 øverst", nr. 3 er "NT5 nederst" og nr. 4 er "NT5 øverst".

Mikrofon nummer 1 og 2 er av typen Shure SM57, mens nummer 3 og 4 er av typen Røde NT5. I forsøk nummer 5 hvor jeg undersøker mikrofonplassering under skarptrommen vil jeg også bruke Shure SM57. Denne har plassering nr. 5 som vist i figuren nedenfor (Figur 40).



Figur 40: Figuren viser plasseringen av mikrofonen (Shure SM57) som er plassert under skarptrommen. Plasseringen av Røde Classic II, som er satt opp med lengst avstand fra skarptrommen, vises i figuren nedenfor som mikrofon nr. 6.



Figur 41: Figuren viser plasseringen av ambient-mikrofonen (Røde Classic II).

Alle mikrofonene er koblet til en mikrofonforsterker av fabrikatet Focusrite Octopre (se Figur 42). Denne inneholder 8 mikrofonforsterkere, og jeg tar høyde for at disse ikke påvirker lyden på forskjellige måte⁷⁵. Det vil si at det ikke får noen innvirkning på analysen om en

⁷⁵ Som påpekt tidligere vil ulike forsterkere påvirke lyden på forskjellige måter, men det vil være rimelig å anta at disse 8 er like og at disse derfor ikke farger lyden på forskjellig måte av betydelig karakter.

mikrofon er koblet til f.eks. forsterker nr. 1 eller nr. 3. I denne forforsterkeren blir det analoge signalet konvertert til digitalt signal, og sendes så digitalt videre via optisk adatledning til lydkortet (Motu 828mkII) som sender signalet til harddisk. Opptakene er gjort med en samplingsfrekvens på 44,1 kHz, og med en bitopløsning på 16.



Figur 42: Figuren viser forforsterkeren som mikrofonene er koblet til.

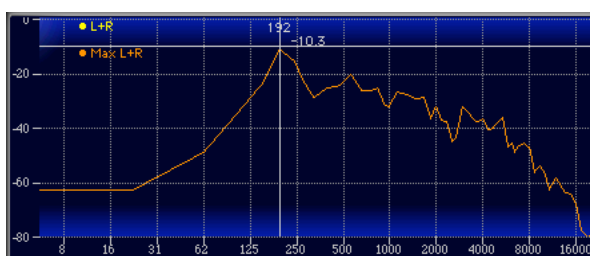
Lytteeksemplene er vedlagt på cd-rom. Jeg har laget et program for hvert forsøk der man kan spille av tilhørende lydfiler. Programmene er lagd i Max/Msp. I enkelte av forsøkene vil tilhørende filer refereres til som nummer, og i tilhørende program finner man igjen disse numrene. Programmene bærer samme navn som forsøkene. Det vil si at i forsøk nummer 1 har tilhørende program navnet ”Forsøk nummer 1”. Programmene finner man ved å klikke på filen ”start.html” på vedlagte cd-rom.

4.4.1 Forsøk nummer 1 – Innhold i skarptrommelyd

Her vil jeg benytte to opptak. Først vil jeg se på skarptrommen uten seider, for så å se på den spektrale forskjellen når seiderne er tilkoblet. Dette gjør jeg for å bli kjent med den visuelle representasjonen og de grunnleggende bestanddelene av skarptrommelyden. I dette forsøket har jeg brukt mikrofonen SM57 som har plassering vist som nr. 1 i Figur 39.

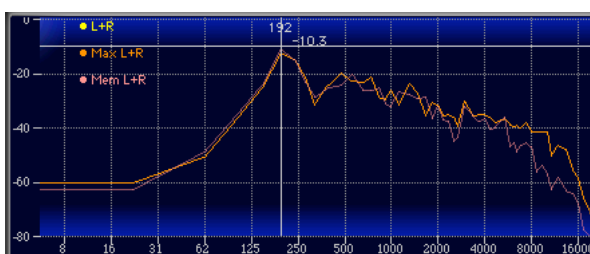
Et problem for denne analysen er at man ikke kan få til to nøyaktig like eksitasjoner for å ta opp lyd med og uten seider. Det vil si at kraften man slår med ikke vil være nøyaktig lik for begge slagene, og man vil heller ikke treffe på nøyaktig samme sted med trommestikken for hver eksitasjon. Skulle man klare å få til dette måtte man lagd en konstruksjon som slår på skarptrommen med nøyaktig lik kraft for hver eksitasjon, og den måtte også treffe med trommestikken på nøyaktig lik plass hver gang for å fremkalle nøyaktig samme vibrasjonsmodus og slik også nøyaktig like tilhørende amplitudenivå for disse vibrasjonsmodusene. Allikevel antar jeg at jeg har fått til nesten nøyaktig lik eksitasjon, og at de eventuelle forskjeller ikke har noen stor betydning sett i forhold til hva som er hensikten med denne første analysen.

Nedenfor ser man skjermbilde av PAZ-Frequency brukt på opptaket av skarptromme uten seiderne tilkoblet.



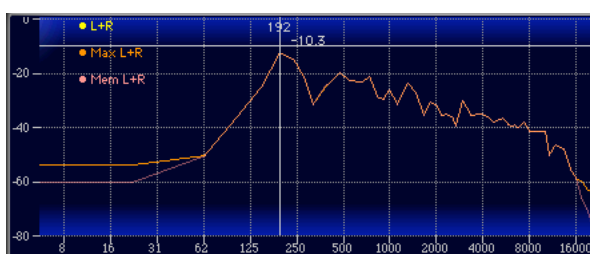
Figur 43: Figuren viser maksimalverdiene for frekvensinnholdet i skarptrommelyd uten seiderne tilkoblet. Frekvens vises langs x-aksen mens amplitudenivå vises langs y-aksen.

Av figuren over ser man at frekvensinnholdet i denne lyden er spredt over store deler av frekvensregisteret. Størst amplitude finner man rundt cirka 192 Hz. Det vil være interessant å sammenligne lyden man får fra skarptrommen med seiderne både fra- og tilkoblet. Figuren nedenfor viser amplitudeverdiene for frekvensinnholdet for både skarptrommelyd med og uten seiderne tilkoblet. Den lyse grafen representerer eksitasjonen med seiderne tilkoblet.



Figur 44: Figuren viser maksimalverdiene for både skarptrommelyd med og uten seider. Den lyse grafen representerer eksitasjonen med seiderne tilkoblet. Frekvens vises langs x-aksen mens amplitudenivå vises langs y-aksen.

I Figur 44 ser man en relativt stor forskjell mellom disse to lydene. Tydeligst ser man at det fra cirka 6 kHz og oppover er større amplitude når seiderne er tilkoblet. Amplitudetoppen er fortsatt rundt cirka 192 Hz. Sannsynligvis representerer grafen i begge disse tilfellene kun attacket i lyden. Dette kan man sjekke ved å kun analysere attacket i lydfilen. Hvis grafen da er lik, er det altså attacket i lyden vi ser representert i grafen.



Figur 45: Figuren viser grafer for både hele skarptrommelyden og bare attacket. Frekvens vises langs x-aksen mens amplitudenivå vises langs y-aksen.

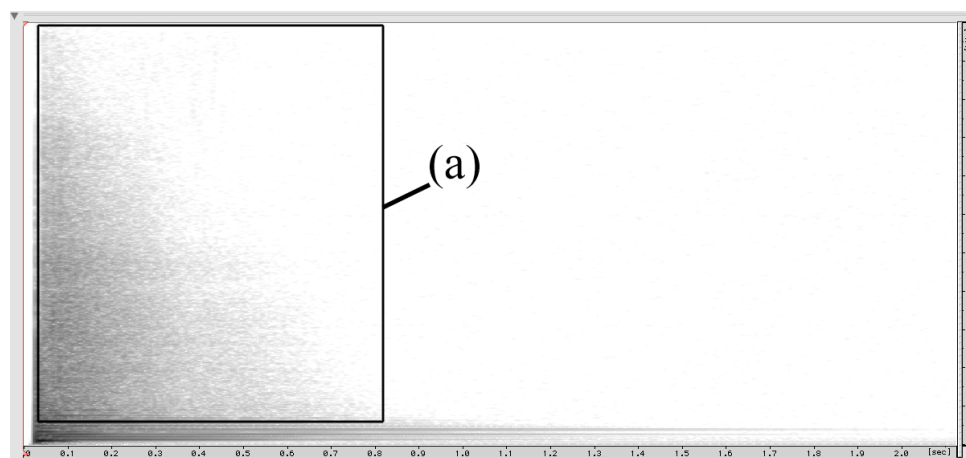
Som vi ser av figuren over, så kan det synes som om det stemmer at det er i attacket av lyden det er mest energi, og at grafen slik representerer attacket i lyden. Av figuren ovenfor (Figur 44) kan vi da se at attacket i de to lydene i størstedelen av spekteret er nokså like. Størst

utsving finner man i frekvensområdet fra cirka 6 kHz og oppover, mens det er en del mindre forskjeller i frekvensområdet fra 250 Hz og opp til 6 kHz. Ved å bare lytte til attacket fra disse lydene kan man høre en forskjell i 'tonehøyde', hvor lyden uten seider kan oppleves som noe lavere. Om det er seiderne eller ikke som er grunnen til dette tør jeg ikke si med sikkerhet på grunn av den mulige forskjellen i eksitasjonen av disse to lydene.

Da denne analyseformen ikke viser de store forskjellene, er det interessant å gjøre en sonogramanalyse av de samme lydene (hele lydene og ikke bare attacket) for å se om man kan finne større forskjeller ved en slik fremstilling. Ved denne fremstillingsformen ser man også utviklingen over tid. Nedenfor følger to figurer som viser hele skarptrommelyden fra de to eksitasjonene. Den første viser skarptrommelyden uten seiderne tilkoblet (Figur 46) og den andre viser skarptrommelyden med seiderne tilkoblet (Figur 47).



Figur 46: Figuren viser det spektrale innholdet i skarptrommelyden uten seiderne tilkoblet. Tid vises langs x-aksen (0-2,2 sek.) mens frekvens vises langs y-aksen (0-22 kHz). Attacket i lyden er markert som (a).

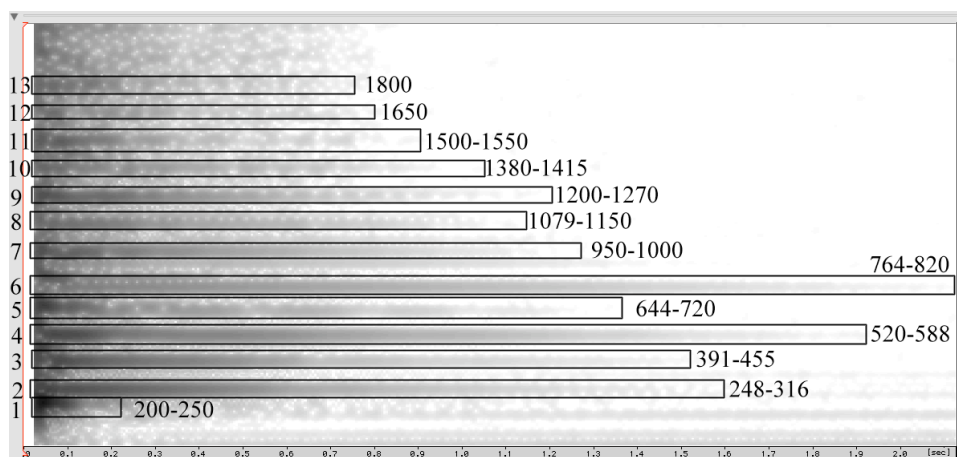


Figur 47: Figuren viser det spektrale innholdet i skarptrommelyden med seiderne tilkoblet. Tid vises langs x-aksen (0-2,2 sek.) mens frekvens vises langs y-aksen (0-22 kHz). Støylyden fra seiderne er markert som (a).

Ut fra disse to figurene (Figur 46 og Figur 47) ser man forskjellene i det spektrale innholdet for hele lyden. Når seiderne ikke er tilkoblet er det allikevel et tydelig angrep som legger seg vertikalt i sonogrammet i nesten hele frekvensregisteret (markert som (a) i Figur 46). Når seiderne er tilkoblet ser man tydelig hvordan lyden fra disse legger seg som en sky i hele sonogrammet (markert som (a) i Figur 47). Man ser også hvordan denne lydets varighet er kortere jo lengre opp i frekvensregisteret man kommer.

Av figurene ser man at seiderne utgjør en viktig del av skarptrommelyden. Med bakgrunn i hva som er sagt om skarptrommens fysikk i kapittel 2, kan man av spektrogrammene tydelig se at man har en todeling av skarptrommelyden. Den ene delen er støydelen, som produseres av seiderne, og den andre delen er den tonale delen som produseres av membranene som er strukket rundt trommekroppen.

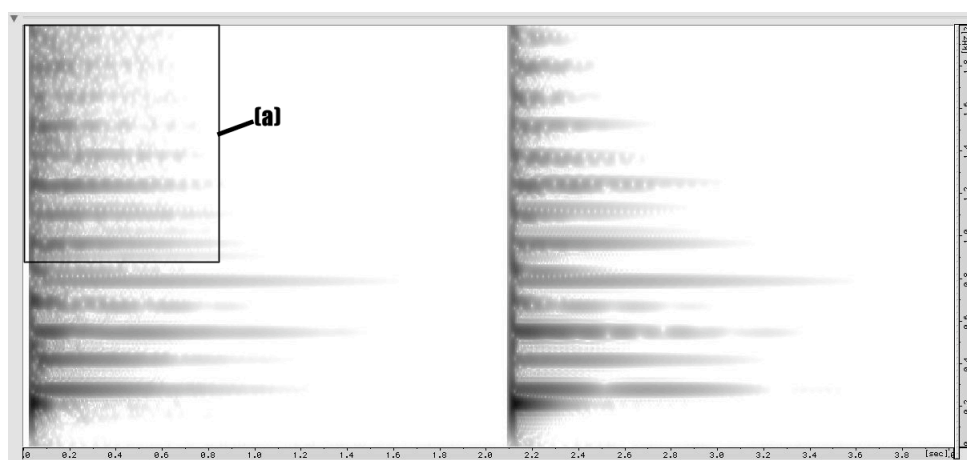
Ved å zoome inn i det lavere frekvensregisteret i spektrogrammet, kan man kikke nærmere på den tonale delen av skarptrommelyden. Her er jeg ikke interessert i å ha veldig god tidsoppløsning, da formålet er å se på frekvensinnholdet i denne delen av lyden og ikke hvordan frekvensinnholdet utvikler seg gjennom veldig små tidsutsnitt. Derfor velger jeg å gjøre en liten forandring i innstillingene for sonogramanalysen. Jeg har valgt en FFT-størrelse på 8192 som gir 4096 frekvensbånd med båndbredde på 5,38 Hz og en tidsoppløsning på cirka 0,19 sek. Figuren under viser resultatet av denne analysen.



Figur 48: Figuren viser sonogram av skarptrommelyden med seider tilkoblet. Tid vises langs x-aksen (0-2,2 sek.) mens frekvens vises langs y-aksen (0-2 kHz). Feltene markert fra 1 til 13 er områder med relativt stor amplitude.

Av Figur 48 kan man se at det er mange tydelige frekvensområder hvor det er mye energi. I figuren har jeg merket av disse og satt på en cirkaverdi for topp- og bunnfrekvens ved de ulike frekvensbåndene. Ut fra amplitude og tetthet av disse forskjellige frekvensbåndene er det

rimelig å anta at disse utgjør en viktig del av skarptrommelyden og da særlig resonansen i lyden. Spesielt ved frekvensområdene merket 4 og 6 finner man lang tidsutstrekning og relativt stor amplitude. Det vil altså være rimelig å anta at det er disse som er hovedområdene for det man hører som et 'etterslep' av resonans i lyden. Denne resonansen hører man tydelig ved å lytte til lydeksempelet. Ved å gjøre en sonogramanalyse av begge disse lydene i samme frekvensområde (0-2kHz) ser man også at seiderne produserer støy i stort sett hele denne nedre delen av frekvensregisteret. Dette ser man som mer mørkere farge i sonogrammet⁷⁶, og det er spesielt tydelig fra cirka 1kHz og oppover i frekvensregisteret (merket som (a) i Figur 49).



Figur 49: Figuren viser sonogram av skarptromme med og uten seider. Tid vises langs x-aksen (0-4 sek.) mens frekvens vises langs y-aksen (0-2 kHz). Området markert som (a) viser hvordan lyden fra seiderne også er synlig i den nedre delen av frekvensregisteret.

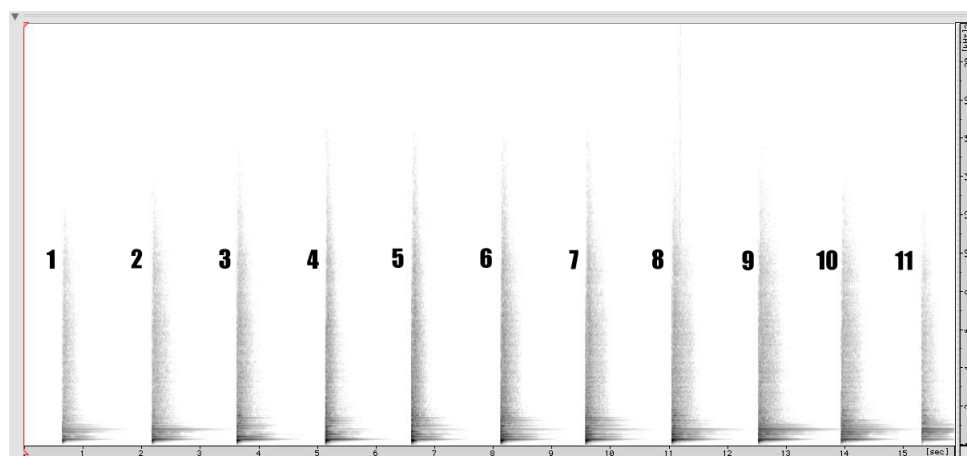
Det kunne vært interessant å se om man finner noen av de 12 første vibrasjonsmodalitetene igjen i spektrogrammet, for å se om disse er med på å utgjøre den fremtredende karakteristikken i denne skarptrommelyden. Men dette er sannsynligvis svært vanskelig å gjøre. For det første er det et problem å bestemme den eksakte grunnfrekvensen og dermed vil det også være vanskelig å bestemme frekvensene for de påfølgende vibrasjonsmodus. For det andre vil man med analyseprogrammet få en frekvensoppløsning som ikke er i nærheten av god nok til å kunne finne slik informasjon. Et annet problem er, som Rossing påpeker, at dette kan være vanskelig på grunn av at virkelige membraner som regel oppfører seg annerledes enn hva ideelle membraner gjør (Rossing 1992, s. 84). Jeg har derfor utelatt en slik undersøkelse.

⁷⁶ I figuren kan støy sees som 'tåkete' områder. Se også Figur 37 for forklaring av hvordan periodisk og aperiodisk bølgeform representeres på forskjellig måte.

4.4.2 Forsøk nummer 2 – Ulik eksitasjon – forskjellig plassering på skinnet

Når jeg i dette forsøket skal se på hvordan ulik eksitasjon påvirker lyden, bruker jeg bare en mikrofon. Denne har plassering som vist i Figur 39 (mikrofon nr. 1), og er av typen Shure SM57. Hensikten med denne analysen er å undersøke hvordan plasseringen av slaget på skinnet spiller en rolle for hvordan skarptrommelyden blir. Jeg har forsøkt å ha lik kraft i alle eksitasjonene, men man må allikevel ta høyde for at det ikke er mulig å ha nøyaktig lik kraft i disse og at dette derfor er et usikkerhetsmoment i forhold til resultatene av analysen. Allikevel håper jeg å finne karakteristiske trekk ved de ulike plasseringene av slagene.

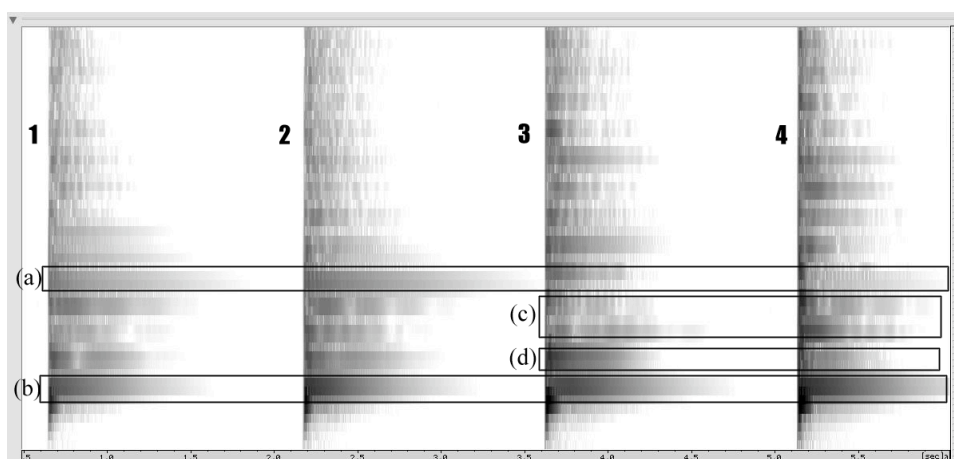
Jeg har tatt opp 11 slag på skarptrommen der jeg beveger trommestikken fra venstre kant, inn mot midten og ut mot høyre kant av trommen. Figuren under viser et sonogrambilde av disse 11 slagene der det fjerde slaget er i midten av trommen.



Figur 50: Figuren viser 11 slag på skarptrommen der trommestikken beveger seg fra venstre kant og langs diameteren ut mot høyre kant av trommen. Det fjerde slaget er cirka i midten av trommen. Svart farge har dB-verdien -1 , mens dB-verdi for hvit farge er -83 . Tid vises langs x-aksen (0-16 sek.) mens frekvens vises langs y-aksen (0-22 kHz).

Ut fra dette sonogrammet er det ikke umiddelbart lett å se de store forskjellene mellom de 11 slagene bortsett fra en klar økning av energiinnholdet i det øvre frekvensregisteret jo lengre inn mot midten av trommen man kommer. Ved å lytte til lydfilet i programmet ”Forsøk nummer 2”, hører man stor forskjell mellom de ulike slagene. Langs kanten (rimmen) av trommen får man mye mer resonans ved enkelte frekvensområder enn hva man gjør etter hvert som man nærmer seg midten av skarptrommen. Det er derfor rimelig å anta at det er forskjellige vibrasjonsmodus som dominerer avhengig av hvor man slår på trommen og at man derfor får ulik lyd.

Jeg skal nå undersøke hvilke frekvensområder som er fremtredende ved de forskjellige eksitasjonene. For å få til dette vil jeg zoome inn i spektrogrammet og også gjøre noen justeringer i forhold til dB-nivåene for svart og hvit farge for å få en bedre visuell fremstilling av de forskjellige slagene. Jeg vil nå kun konsentrere meg om de fire første slagene da disse representerer eksitasjon fra kanten og inn til midten av trommen, samt at man får en fornuftig representasjon for sammenligning av frekvensinnholdet i skjermbildet ved å bruke kun fire slag. Figuren under viser sonogrammet fra denne analysen.



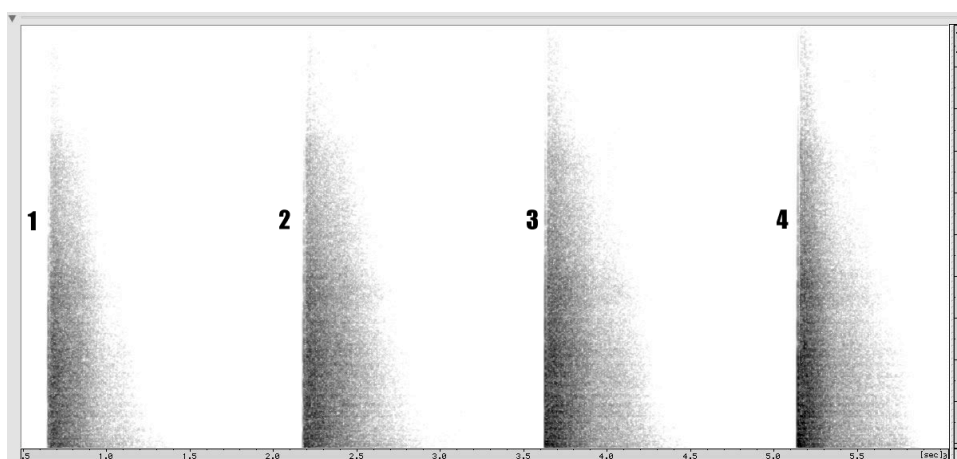
Figur 51: Figuren viser sonogram av fire eksitasjoner fra kanten mot midten av trommen. Svart farge har dB-verdi -14 , mens dB-verdien for hvit farge er -86 . Tid vises langs x-aksen (0-6 sek.) mens frekvens vises langs y-aksen (0-2 kHz).

Den auditive forskjellen mellom de fire slagene er stor, og man kan også se relativt store forskjeller i sonogrammet. Den umiddelbare forskjellen ved første iakttagelse av sonogrammet synes å være i området rundt 800Hz (merket (a)). Her finner man den tydeligste forskjellen mellom de to første og de to siste slagene i figuren. Ved de to første slagene ser man at det er i dette frekvensområdet det er lengst resonans (varighet i tid), mens i de to siste slagene er det ikke like lang utstrekning i tid ved dette frekvensområdet. En annen tydelig forskjell er at ved de to første slagene er det mer energi i dette frekvensområdet enn hva det er i de to siste. Det er rimelig å anta at dette frekvensområdet utgjør tyngdepunktet for den resonerende lyden ved de to første slagene.

En annen viktig forskjell synes å være at jo lengre inn mot midten av skarptrommen man slår, jo tettere ligger frekvensområdene med mye energi. I sonogrammet ser vi dette som flere mørke felt vertikalt ettersom man beveger seg mot høyre i sonogrammet (Figur 51). Når man lytter til lydfilen kan man få en fornemmelse av at tonehøyden forandrer seg etter hvert som man beveger seg inn mot midten av trommen. Allikevel kan man se av sonogrammet at det

man kan anta er grunnfrekvensområdet (rundt 300Hz, merket (b)) er relativt konstant, men at man får mer energi (større amplitude) i dette området ettersom man nærmer seg midten av trommen. Det som sannsynligvis er grunnen til fornemmelsen av høyere tonehøyde er at ettersom man nærmer seg midten av trommen får man mindre energi ved frekvensområdet rundt 800Hz, mens man samtidig får flere frekvensområder med relativt mye energi i frekvensregisteret over 800Hz. Samtidig får man også mer energi ved frekvensområdet fra cirka 400-600Hz (merket (c) i Figur 51), mens man ser at frekvensområdet merket (d) har noe mindre amplitudenivå ved eksitasjon i midten av trommen.

Figuren nedenfor viser sonogrammet for de samme fire lydene, men man ser her bare frekvensområdet fra 2kHz til 22kHz slik at man kan undersøke støydelen av lyden nærmere. I dette sonogrammet har jeg endret litt på dB-verdien for hvit og svart farge. Hvit farge er satt til å være -110dB , mens svart farge er satt til -44dB slik at man får en klarere visuell representasjon av innholdet.



Figur 52: Figuren viser sonogram av fire eksitasjoner fra kanten mot midten av trommen. Svart farge har dB-verdi -44 , mens dB-verdien for hvit farge er -110 . Tid vises langs x-aksen (0-6 sek.) mens frekvens vises langs y-aksen (2-22 kHz).

Av sonogrammet ser man at jo lengre inn mot midten av trommen man beveger seg, jo større amplitudeutslag får man i den øverste delen av frekvensspekteret. Man ser at toppene fra slag nr. 1 til nr. 4 stadig blir høyere etter hvert som man beveger seg mot midten av trommen. Det er også tydelig at sonogrammet er mørkest helt til høyre og at eksitasjon i midten av trommen gir mest energi også i dette frekvensområdet. Ut fra dette er det rimelig å anta at man ved eksitasjon i midten av trommen får sterkest reaksjon mellom seiderne og underskinnet på trommen, og at støyspekteret av lyden dermed får størst utslag i sonogrammet ved en slik eksitasjon.

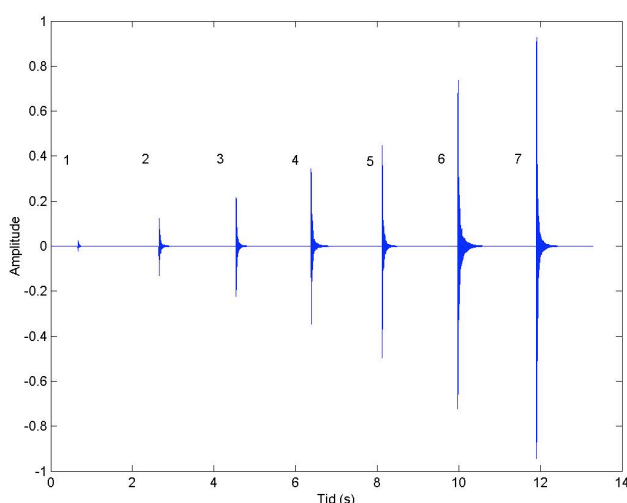
Jeg har i dette forsøket ikke sett på hvordan ulik spenning av seiderne vil påvirke lyden. Det er rimelig å anta at man hadde fått andre resultater hvis seiderne hadde vært satt til en annen spenning og at man beholdt samme kraft i eksitasjonene. I kapittel 2 ble det forklart at korrekt spenning av seiderne vil være avhengig av hvor hardt man slår på trommen⁷⁷. Slik kan man altså anta at f.eks. kraften fra eksitasjon nr. 2 i Figur 52 ville gitt et spektrum som eksitasjon nr. 4 i dette frekvensregisteret hvis seiderne hadde vært satt til en annen spenning.

Som en liten påminnelse vil jeg igjen nevne at man må huske på sannsynligheten for at ulik kraft i hver enkelt eksitasjon er relativt stor, og at noen av forskjellene i sonogrammet kan forekomme som følge av dette.

4.4.3 Forsøk nummer 3 – Ulik kraft i eksitasjonen

Her skal jeg undersøke hvordan ulik kraft i eksitasjonen påvirker lyden i skarptrommen. Dette vil jeg gjøre ved eksitasjon av skarptrommen flere ganger med lik plassering av trommestikken, men med ulik kraft. Her er sjansene store for at man ikke treffer på nøyaktig samme sted ved hver eksitasjon, men forhåpentligvis er det nøyaktig nok til at man kan få nyttige resultater fra dette forsøket.

Jeg har gjort opptak av 7 slag på skarptrommen. Figuren nedenfor viser en representasjon av disse syv slagene som tid versus amplitude. Lydeksempelene kan høres ved å kjøre programmet 'Forsøk nummer 3'.

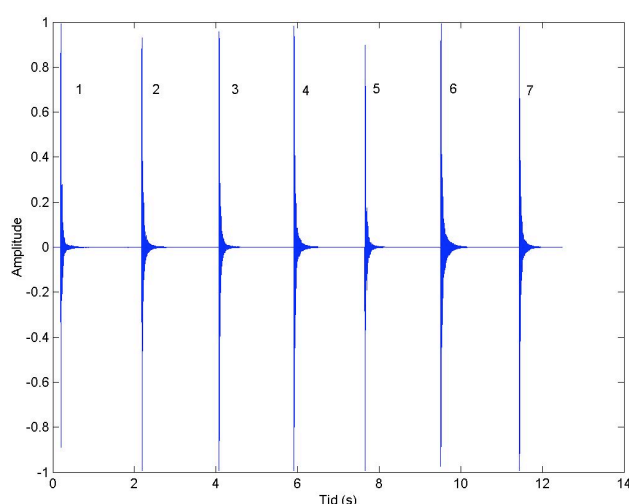


Figur 53: Figuren viser 7 eksitasjoner på skarptrommen med ulik kraft som tid (0-13 sek.) versus amplitude.

⁷⁷ Med korrekt spenning menes at man får optimal reaksjon mellom seiderne og underskinn i forhold til kraften i eksitasjonen.

Et problem når det gjelder dette forsøket er at frekvensresponsen til en mikrofon kan variere i forhold til lydnivået (lydtrykket) som treffer den. Som vi har sett tidligere i oppgaven er frekvensresponsen til en mikrofon ofte oppgitt ved et gitt lydtrykk og den vil derfor variere i forhold til lydnivået. På grunn av dette kan det være vanskelig å undersøke hvordan skarptrommen isolert sett forandrer karakter i forhold til kraft i eksitasjonen. Allikevel vil det være rimelig å anta at man kan få nyttige resultater i forhold til hvordan skarptrommelyden i opptakssammenheng forandrer karakter med hensyn til ulik kraft i eksitasjonen. Jeg tenker da på hvordan skarptrommen og mikrofonen sammen kan forandre hvordan lyden i instrumentet blir når den blir gjort opptak av.

For å få et godt sammenligningsgrunnlag mellom de ulike slagene antar jeg at det oppnås ved å normalisere⁷⁸ hvert enkelt slag. Slik vil jeg tro at man i sonogrammet lettere vil kunne avdekke forskjeller i det spektrale innholdet. En bieffekt av dette vil være at man ved de svake eksitasjonene vil få høyere støynivå. Med støy menes her ikke den støy som produseres av seiderne, men elektronikkens egenstøy⁷⁹. Dette støyproblemet er spesielt hørbart i den første eksitasjonen som er normalisert da dette slaget er veldig svakt, men det er ikke spesielt merkbart i de andre slagene. Figuren nedenfor viser en representasjon av disse syv slagene som tid versus amplitude, hvor hvert enkelt slag er normalisert.



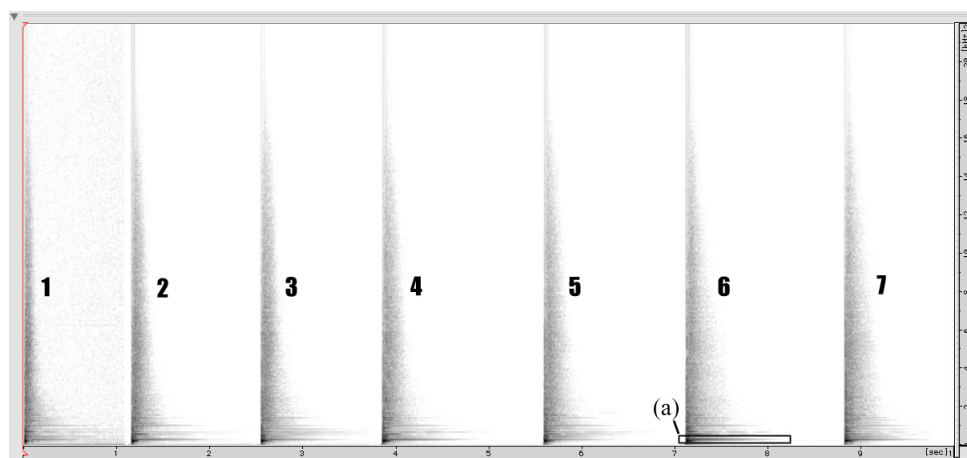
Figur 54: Figuren viser 7 eksitasjoner på skarptrommen med stigende kraft som tid (0-13 sek.) versus amplitude.

⁷⁸ Enkelt fortalt vil å normalisere si at man justerer opp lyden på hver lydfil til et bestemt nivå i dB. Man vil altså ikke få noen innbyrdes amplitudeforandring i en lydfil, det vil si at alt innhold i lydfilen justeres enten opp eller ned i volum og således beholdes den interne dynamiske balansen. Vanligvis regnes avstanden fra amplitude-peak'en til 0dB i signalet og så kan man velge en prosentverdi for graden av normalisering man ønsker.

⁷⁹ Som regel produserer alle elektroniske kretser støy i ulik grad.

Fra sonogramanalysen av disse lydene kan man se at den svakeste eksitasjonen skiller seg klart fra de andre slagene (se Figur 55). Først og fremst er det her rimelig å anta at man ikke får så mye vibrasjon av seiderne, og at støylyden fra skarptrommen dermed blir noe kortere i varighet enn hva som er tilfellet når man bruker mer kraft i eksitasjonen. Når det gjelder støydelen av lyden finner man ikke de store forskjellene mellom lydene fra eksitasjon nummer 2 til 7. Dette gjelder både for sonogramanalysen og det man hører. Den største forskjellen mellom disse når det gjelder støylyden, synes å være at den får noe lengre varighet ved eksitasjonene med mest kraft.

Når det gjelder resten av frekvensspekteret til disse lydene så finner man heller ikke her de store forskjellene. Eksitasjon nr. 3 til og med nr. 5 både ser og høres ganske like ut, mens eksitasjon nr. 2 ligner nok mer på eksitasjon nr. 1. Slag nummer 6 og 7, som er de sterkeste eksitasjonene, synes å ha mer energi i den nedre delen av frekvensregisteret i motsetning til hva som er tilfellet for de andre eksitasjonene. Størst forskjell finner man ved slag nr. 6 der amplituden er størst i frekvensområdet 270-350 Hz (merket (a) i Figur 55) sett i forhold til de andre eksitasjonene.



Figur 55: Figuren viser et sonogram av 7 eksitasjoner på skarptrommen med ulik kraft i slagene. Svart farge har dB-verdi -1 , mens dB-verdien for hvit farge er -92 . Tid vises langs x-aksen (0-10 sek.) mens frekvens vises langs y-aksen (0-22 kHz). Området merket (a) viser feltet med mest energi.

4.4.4 Forsøk nummer 4 – Mikrofonplassering og mikrofonvalg

Tidligere i oppgaven har vi sett at rommets akustiske karakteristikk påvirker lyden som produseres i rommet. Vi har også sett at ulike mikrofoner 'farger' lyden forskjellig og at ulik plassering av mikrofoner også vil påvirke lyden som tas opp. Her skal det utføres en rekke forsøk der jeg vil se på opptak av et skarptrommeslag. Dette opptaket er gjort med flere mikrofoner med forskjellig plassering for å undersøke hvilke forskjeller man finner med

hensyn til ulike mikrofontyper og plassering av disse når det gjelder lyden som tas opp. Figur 39 og Figur 41 viser plasseringen av de ulike mikrofonene som er nummerert fra henholdsvis 1 til 4 og 6. Alle disse mikrofonene har nyreformet retningssensitivitet. Trommestikken er slått cirka i midten av trommen.

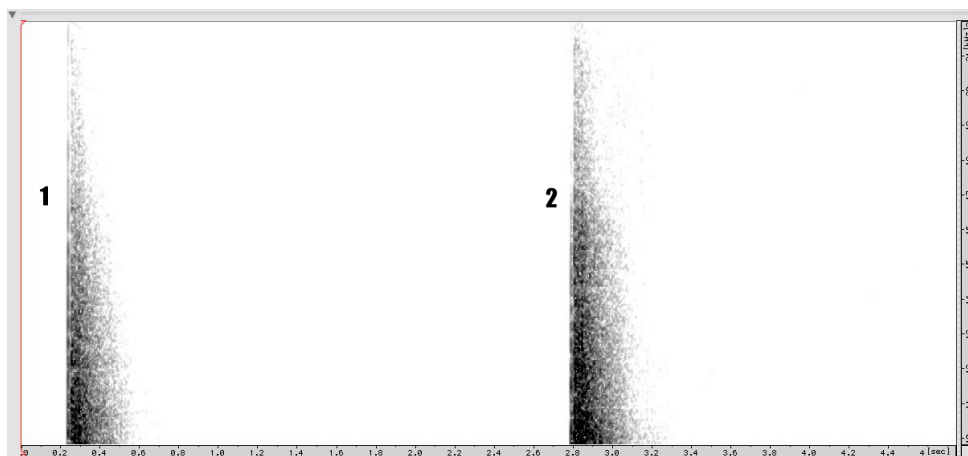
Lydeksempelene kan lyttes til ved å kjøre programmet '*Forsøk nummer 4*'.

Når det gjelder forskjellig type mikrofon er den hørbare forskjellen mellom dynamiske- og kondensatormikrofoner ganske stor. Av sonogrammet fra denne analysen (Figur 56) kan man også tydelig se denne forskjellen i frekvensinnhold i den øvre delen av frekvensregisteret. Rekkefølgen av lydene i sonogrammet er slik: 1) SM57 øverst, 2) SM57 nederst, 3) NT5 nederst, 4) NT5 øverst, 5) Classic II (rom mikrofon). Man kan tydelig se at de dynamiske mikrofonene har dårligere frekvensrespons i den øvre delen av frekvensregisteret sett i forhold til hva kondensatormikrofonene har.



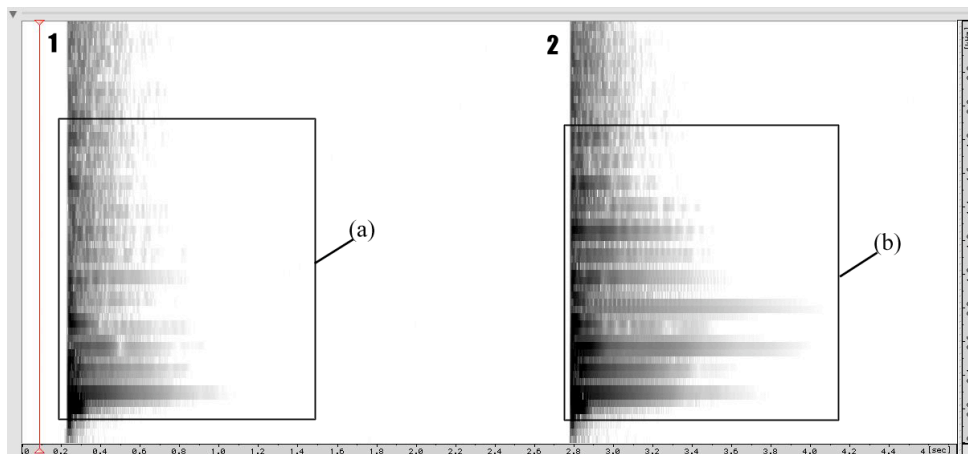
Figur 56: Figuren viser sonogram av en eksitasjon som er tatt opp med fem mikrofoner. 1 er "SM57 øverst", 2 er "SM57 nederst", 3 er "NT5 nederst", 4 er "NT5 øverst" og 5 er "Classic II". Svart farge har dB-verdi -9, mens dB-verdien for hvit farge er -112. Tid vises langs x-aksen (0-13 sek.) mens frekvens vises langs y-aksen (0-22 kHz).

Jeg skal nå undersøke to forskjellige plasseringer av mikrofonen Shure SM57. Dette vil jeg gjøre for å finne eventuelle forskjeller i lyden. Ut fra det som er sagt i kapittelet om mikrofoner skulle man tro at SM57 er et dårlig valg i forhold til skarptromme som har veldig mye innhold av høye frekvenser, men allikevel er dette en mikrofon som nærmest er blitt en standard å bruke på skarptromme i både opptaks- og konsertsammenheng. Derfor vil jeg nå se nærmere på hvordan ulik plassering av denne mikrofonen påvirker lyden. Figuren nedenfor viser sonogrammet fra forskjellig plassering av mikrofonen Shure SM57 og man ser frekvensregisteret fra 10 kHz til 22 kHz.



Figur 57: Figuren viser sonogram av en eksitasjon tatt opp med to SM57 med forskjellig plassering. 1 har øverst plassering mens 2 har nederst plassering. Tid vises langs x-aksen (0-4,7 sek.) mens frekvens vises langs y-aksen (10-22 kHz).

Bildet til venstre (1) i figuren over viser mikrofonen som er plassert øverst (mikrofon nr. 2 i Figur 39), mens bildet til høyre (2) viser mikrofonen som er plassert nederst (mikrofon nr. 1 i Figur 39). Ut fra denne figuren ser man at den nederste plasseringen av mikrofonen gir mest innhold i lyden i denne øvre delen av frekvensregisteret både i styrkegrad og i varighet. Det er også interessant å se på hva som skjer i den nedre delen av frekvensregisteret. Figuren nedenfor viser sonogrammet fra 0-2,4 kHz.

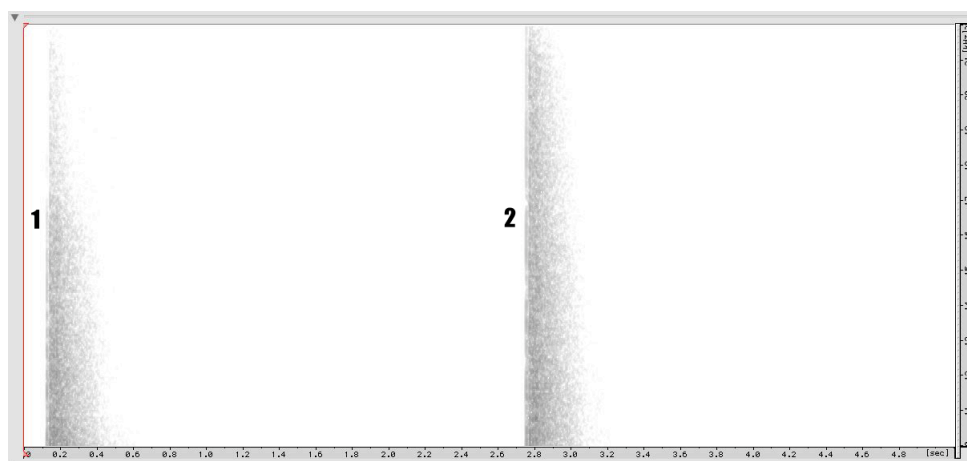


Figur 58: Figuren viser sonogram av en eksitasjon som er tatt opp med to mikrofoner (Shure SM57). 1 har øverst plassering mens 2 har nederst plassering. Svart farge har dB-verdi -9, mens dB-verdien for hvit farge er -90. Tid vises langs x-aksen (0-4,7 sek.) mens frekvens vises langs y-aksen (0-2,4 kHz). Feltene (a) og (b) viser forskjeller i resonansen.

I Figur 58 ser man tydelig hvordan plasseringen av de to mikrofonene gir ganske ulik lyd i dette frekvensområdet. Denne forskjellen hører man også veldig godt. Det er spesielt resonans ved enkelte frekvensområder i lyden fra den mikrofonen som er plassert nederst som gir en veldig merkbar forskjell. En mulig forklaring på dette er at den nederste mikrofonplasseringen ligger innenfor strålefeltet til de vibrasjonsmodus som produserer de frekvensene der det er

resonans og at disse derfor vil ha en fremtredende rolle ved denne mikrofonplasseringen. Slik vil altså en lavere mikrofonplassering kunne fremheve enkelte frekvensområder av lyden. Disse forskjellene ser man tydeligst i de mørke feltene i sonogrammet i området fra cirka 270 Hz til 1,8 kHz. (merket (a) og (b) i sonogrammet i Figur 58). I tillegg er det sannsynlig at nærhetseffekten fremhever dette frekvensområdet. Som påpekt tidligere vil man ved bruk av mikrofoner med nyrekarakteristikk få en økning i bassresponsen når disse er plassert nær lydkilden. Noen av forskjellene mellom disse to mikrofonplasseringene kan også fremkomme som følge av ulik vinkel for de to mikrofonene. Som vi har sett tidligere kan frekvensresponsen variere ettersom lydbølgene treffer mikrofonen 'on-axis' eller 'of-axis'.

Jeg skal nå sammenligne lyden fra mikrofonene Shure SM57 og Røde NT5 som begge er plassert nær trommen (se Figur 39 mikrofon nr. 1 og nr. 3). Når man lytter til disse lydfilene (nr. 1 og nr. 3) kan det synes som om det er den dynamiske mikrofonen som har best frekvensrespons, men som vi har sett tidligere er det jo kondensatormikrofoner som vanligvis har en bredere frekvensrespons. Ut i fra dette vil det være interessant å gjøre en sonogramanalyse av disse to lydene for å se om denne forskjellen også kan sees i sonogrammet. Figuren nedenfor viser sonogrammet av disse to lydene i frekvensregisteret fra 10 kHz til 22 kHz.

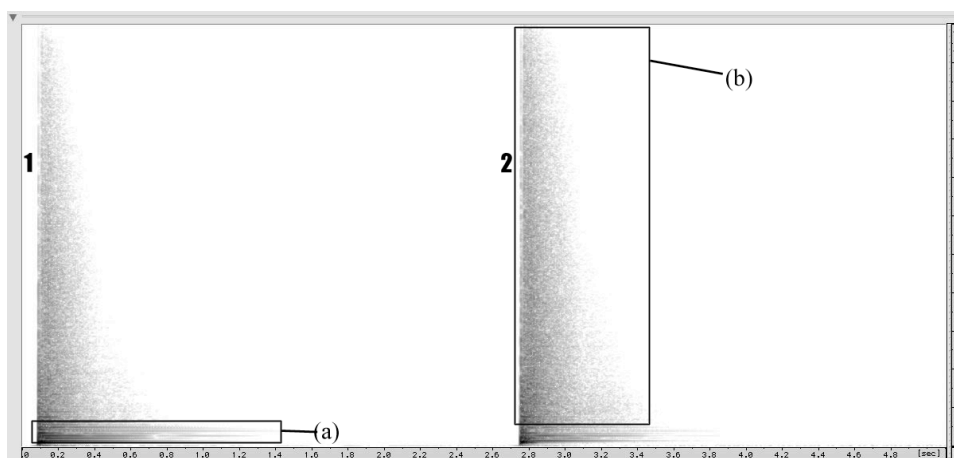


Figur 59: Figuren viser sonogram av et skarptrommeslag tatt opp med mikrofonene Shure SM57 (til venstre i bildet (1)) og Røde NT5 (til høyre i bildet (2)). Svart farge har dB-verdi –10, mens dB-verdien for hvit farge er –110. Tid vises langs x-aksen (0-5 sek.) mens frekvens vises langs y-aksen (10-22kHz).

Av sonogrammet ser man at det vi ser ikke stemmer overens med det vi hører i dette frekvensområdet. Ut fra sonogrammet er det tydelig at opptaket gjort med mikrofonen Røde NT5 (nr. 2 i Figur 59) har mer energi i det øvre frekvensregisteret. Dette er spesielt tydelig fra 15 kHz og oppover. Hvorfor oppfatter man da i dette tilfellet lyden fra SM57 som 'klarere'

enn lyden fra NT5? Det er rimelig å anta at dette er et eksempel på 'nærhetseffekten'. Det er rimelig å anta at SM57 høres 'klarere' ut enn hva NT5 gjør i dette tilfellet som følge av at nærhetseffekten gjør seg mer gjeldende for NT5. På grunn av at man får stor amplitude ved de lave frekvensene her er det rimelig å anta at disse overskygger innholdet i lyden som har høyere frekvens, men da mindre amplitude, og at vi slik oppfatter den som noe "mørkere" i lyden.

Nedenfor følger en sammenligning av lyden som er tatt opp med to mikrofoner av typen Røde NT5 med forskjellig plassering. Den umiddelbare forskjellen man hører ved sammenligning av disse to lydene (nr. 3 og nr. 4) er at mikrofonen som er plassert nærmest trommen fanger opp mye resonans, mens mikrofonen som er plassert lengst bort fanger opp mindre av resonansen samtidig som denne mikrofonplasseringen fanger opp mer av støydelen til lyden. Figuren nedenfor viser sonogrammet av disse to (Figur 60). Man ser tydelig forskjellen mellom de to mikrofonplasseringene i den øvre delen av sonogrammet hvor den øverste mikrofonplasseringen har mest energi.

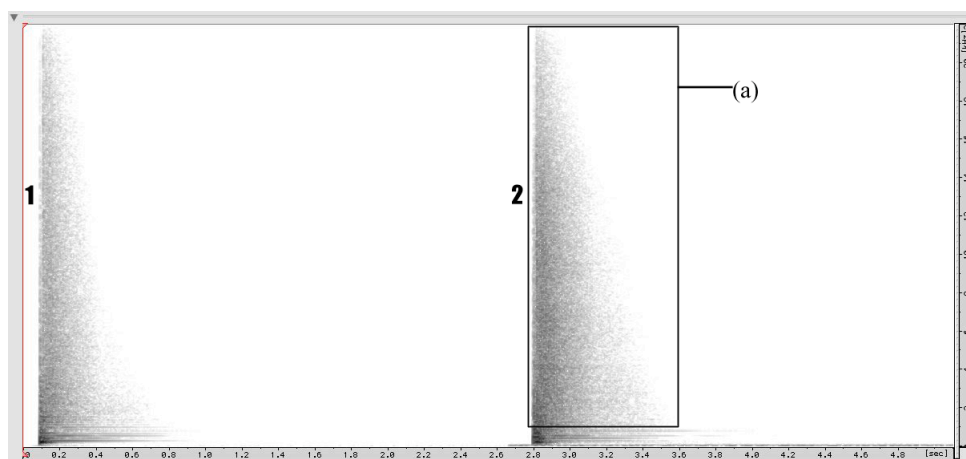


Figur 60: Figuren viser sonogram av en eksitasjon som er tatt opp med to mikrofoner av typen Røde NT5 med ulik plassering. 1 er plassert nederst mens 2 er plassert øverst. Svart farge har dB-verdi -10, mens dB-verdien for hvit farge er -100. Tid vises langs x-aksen (0-5 sek.) mens frekvens vises langs y-aksen (0-22 kHz).

I dette sonogrammet kan man skimte forskjellen i det lavere frekvensregisteret. Mikrofonen som er plassert nærmest skarptrommen fanger opp mest resonans (markert som (a) i Figur 60). Det vil også her være rimelig å påstå at nærhetseffekten gir seg tilkjenne. En annen viktig oppdagelse som man både hører og ser er at mikrofonen som er plassert lengst bort har større amplitude for innholdet i frekvensregisteret fra cirka 1kHz og oppover (markert som (b) i Figur 60). For det første har man her sannsynligvis ikke noen nærhetseffekt, og for det andre

vil denne mikrofonen trolig fange mer av den helhetlige tonale karakteren i skarptrommen slik at man får mer støyinnhold i lyden enn hva som er tilfellet ved den nederste mikrofonplasseringen.

Som en siste test i dette forsøket tok jeg også opp lyden med en mikrofon som var plassert i rommet. Hensikten med denne analysen er å undersøke hvor forskjellig lyden fra denne mikrofonplasseringen eventuelt er i forhold til de andre mikrofonplasseringene som er undersøkt tidligere. Jeg har valgt å sammenligne denne med lyden fra mikrofonen Røde NT5 som er plassert lengst bort fra skarptrommen (mikrofon nr. 4 i Figur 39). Figuren nedenfor viser sonogrammet av disse to lydene.



Figur 61: Figuren viser sonogram av henholdsvis NT5 (1) og ambient-mikrofonen (2). Svart farge har dB-verdi -5 , mens dB-verdien for hvit farge er -94 . Tid vises langs x-aksen (0-5 sek.) mens frekvens vises langs y-aksen (0-22kHz).

Mikrofonen som er plassert lengst borte fra skarptrommen fanger en ganske annerledes lyd enn hva de som er plassert nær skarptrommen gjør. Lyden som fanges opp av mikrofon nr. 6 oppleves som mye 'skarper'. Som man både ser av sonogrammet og hører i lyden, er det mer energi i nesten hele frekvensregisteret (markert (a) i Figur 61), sett i forhold til resultatene fra noen av de tidligere mikrofonplasseringene jeg har undersøkt.

Vanligvis brukes en mikrofon med slik plassering i kombinasjon med nærmikkingsteknikk. Sannsynligvis vil blandingen mellom disse vil gi en tilfredstillende lyd i skarptrommen ved at man får mer innhold av høye frekvenser i lyden. Men som nevnt tidligere vil rommets akustiske karakteristikk også komme tydelig frem ved bruk av denne mikrofonplasseringen, og derfor er det rimelig å anta at det bare er hensiktsmessig å bruke denne mikrofonteknikken når rommet har en tilfredstillende akustisk karakter og man ønsker at den skal være en del av lyden.

Forsøket viser at ulike mikrofonplassering gir forskjellig lyd. Det vil være sannsynlig at en mikrofon som plasseres med en viss avstand vil fange et jevnere 'blandeforhold' av skarptrommelydens helhet. Dette vil den gjøre fordi de ulike strålemønstrene kanskje overlapper hverandre etter hvert som avstanden mellom mikrofon og skarptromme øker. Dette er i motsetning til hva vi har sett er tilfellet når mikrofonen er plassert veldig nært skarptrommen, hvor det er rimelig å anta at enkelte frekvensområder kan dominere lyden som følge av strålmønsteret til de ulike frekvenskomponentene.

4.4.5 Forsøk nummer 5 - Over- og undermikking

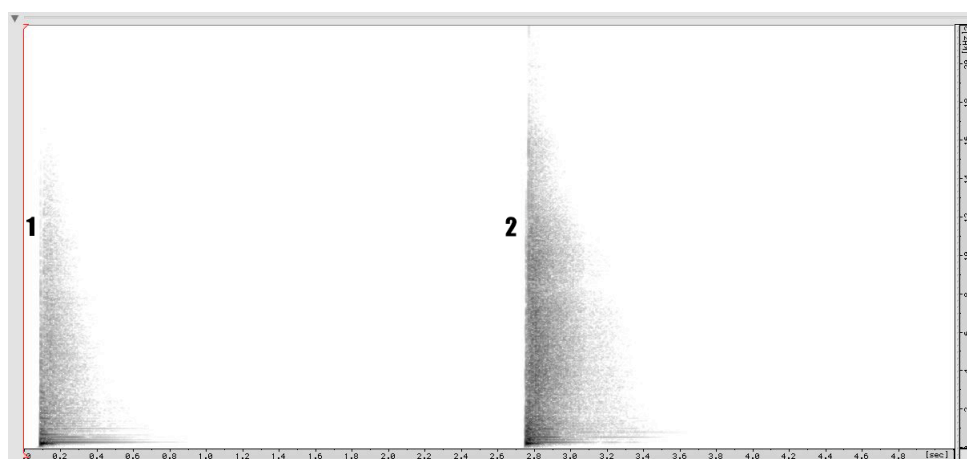
Det er en utbredt praksis og bruke en mikrofon på undersiden av skarptrommen i tillegg til en på oversiden. Jeg vil derfor undersøke forskjellene i lyden mellom disse to mikrofonplasseringene, og hvordan skarptrommelyden forandres ved å blande lyden fra disse to mikrofonene. Om bruk av to mikrofoner på denne måten sier Churchyard:

"I'll put something underneath, but invariably I won't use it – it's there just so I can make the choice later" (Massey 2000, s. 124).

Det er altså rimelig å anta at en mikrofon på undersiden av skarptrommen fanger opp lyd som kan tilføre "skarptrommelyden" ønskelig innhold.

I dette forsøket bruker jeg mikrofoner av typen Shure SM57 på både over- og undersiden av trommen (plassering nr. 1 og nr. 5 i henholdsvis Figur 39 og Figur 40).

Først skal jeg se på forskjellen i det spektrale innholdet mellom disse to forskjellige mikrofonplasseringene. Av lydfilen kan man høre tydelig forskjell mellom disse to lydene. Mikrofonen på undersiden fanger opp lyd med mye mer innhold av høye frekvenser som har relativt stor amplitude enn det mikrofonen på oversiden gjør. Dette kan man også se av sonogrammet i Figur 62.

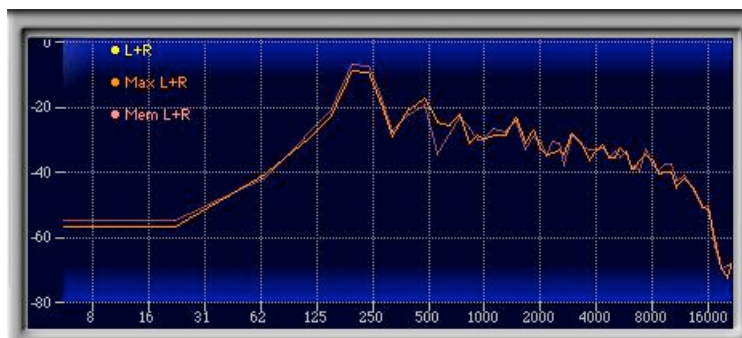


Figur 62: Figuren viser sonogrammet fra mikrofoner plassert på over- (1) og undersiden (2) av skarptrommen. Svart farge har dB-verdi -10 , mens dB-verdien for hvit farge er -90 . Tid vises langs x-aksen (0-5 sek.) mens frekvens vises langs y-aksen (0-22 kHz).

Denne tydelige forskjellen i frekvensinnhold mellom disse to lydene skyldes nok at mikrofonen på undersiden i hovedsak fanger opp lyden som produseres av seiderne når de vibrerer mot underskinnet av trommen.

Lyden som mikrofonen på undersiden av trommen fanger opp synes for meg å være ubrukkelig i seg selv. Det er derfor interessant å undersøke hvordan lyden blir når man blander disse to signalene. Ved å kjøre programmet "Forsøk nummer 5" på vedlagte cd-rom kan man enten lytte til hver enkelt mikrofon eller man kan sette disse to lydene til å gå i loop og selv sette nivåene mellom disse to signalene. Blandingen av disse to lydene som jeg syntes resulterte i en fornuftig lyd er lagret som en forhåndsinnstilling, slik at man kan hente frem dette blandeforholdet.

Et viktig punkt når det gjelder bruk av to mikrofoner på denne måten er, som vi har sett tidligere, problemet med eventuell fasekansellering. En vanlig praksis er at man snur fasen på den nederste mikrofonen. Derfor har man også muligheten til dette i vedlagte program for å kunne høre eventuell forskjell i lyden når man snur fasen på mikrofonen som er plassert under skarptrommen. Figuren nedenfor viser forskjellen mellom disse to signalene (lyden man får ved bruk av over- og undermikking med fasen snudd eller ikke for mikrofonen som er plassert under skarptrommen) for en analyse gjort med PAZ-Analyzer. Som påpekt tidligere vil dette analyseverktøyet sannsynligvis kun påvise forskjeller i attacket, men jeg antar at det i denne sammenheng allikevel vil gi nyttige resultater. I dette forsøket er det satt en nivåforskjell på -18 dB mellom de to mikrofonene. Mikrofonen som er plassert under trommen er satt til lavest nivå.



Figur 63: Figuren viser resultatet av analyse av blandingen mellom over- og under mikking av skarptrommen. Den mørke grafen viser resultatet av at fasen er snudd på mikrofonen som er plassert under skarptrommen. Frekvens vises langs x-aksen mens amplitudenivå vises langs y-aksen.

Av figuren ovenfor ser man at det er en tydelig forskjell mellom disse to lydene. Når man snur fasen får man tydelige forsterkninger og forminskninger (fasekanselleringer) i grafen. Tydeligst er 'hakket' med bunnpunkt rundt cirka 540 Hz, men man ser ujevnheter langs store deler av grafen.

Med tanke på skarptrommelyd som kan være ønskelig, vil jeg påstå at man ved å bruke mikrofon både over og under trommen får tilstrekkelig med innhold i det øvre frekvensregisteret i lyden. Det vil si at man får tilstrekkelig andel av den karakteristiske lyden seiderne produserer i lyden. Ved nærmikking vil altså denne bruken av to mikrofoner kunne føre til både nok periodisk og aperiodisk frekvensinnhold for å oppnå ønskelig lyd. Det er allikevel viktig å huske på at hva som er ønskelig mest sannsynlig er ganske forskjellig fra person til person og også i forhold til blant annet musikkstil og genre.

4.4.6 Forsøk nummer 6 – effektprosessering

Nå skal jeg gjøre noen forsøk med de vanligste verktøyene som brukes til bearbeidelse av trommelyd. Jeg vil ta utgangspunkt i det som er skrevet tidligere i oppgaven når det gjelder de ulike verktøyene jeg her vil undersøke. Hensikten er å forsøke å få en 'forbedring'⁸⁰ av skarptrommelyden ved bruk av disse verktøyene. Jeg vil altså ikke se på de forskjellige måtene disse verktøyene kan brukes på. Et lite unntak har jeg gjort når det gjelder kompressorer. Dette er for å se hvordan lyden endres ved relativt ulike innstillinger på et slikt verktøy. Mikrofonen jeg har brukt for å ta opp lyden i de påfølgende forsøkene er Shure SM57 og den har plassering nr.1 som vist i Figur 39.

⁸⁰ Hva som menes med forbedring er forklart i starten av kapittel 4.

Lydeksempelene kan lyttes til ved å kjøre programmet ”Forsøk nummer 6”. Resultatene av disse forsøkene vil bli presentert slik de er lagt opp i programmet. Det vil si at jeg følger nummereringen lydene har i programmet når jeg nå skal gå gjennom hvert enkelt forsøk.

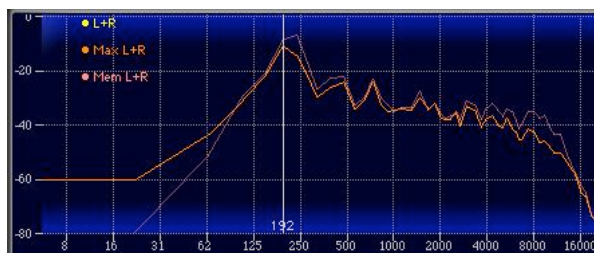
4.4.6.1 Nr. 1 og 2.

Lyd nr.1 representerer skarptrommelyden uten eq, mens lyd nr.2 representerer skarptrommelyden med eq. Jeg har prøvd meg frem med flere ulike innstillinger i forsøk på å forbedre skarptrommelyden som er tatt opp. Frekvensområdene jeg har prøvd meg frem i er: 1) 100-130Hz, 2) 250Hz, 3) 3-6kHz og 4) 8-10kHz. I tillegg til disse frekvensområdene har jeg valgt å dempe frekvensområdet fra 85Hz og nedover med -18dB og med en Q-faktor på 1,41. Dette har jeg gjort da jeg antar at det ikke er noe frekvensinnhold av interesse så langt nede i frekvensregisteret, og slik vil eventuelt innhold her bare være forstyrrende. Innstillingene for de forskjellige frekvensbåndene vises i figuren under.



Figur 64: Figuren viser eq-innstillingene jeg har brukt på skarptrommelyden.

Som nevnt tidligere i oppgaven vil en økning i det første frekvensområdet (100-130 Hz) gi ’fylldighet’ i skarptrommelyden. Ved å øke det andre frekvensområdet (rundt 250 Hz) vil det gi mer ’varme’, mens i det tredje frekvensområdet (3-6 kHz) kan man fremheve den karakteristiske ’snappe’-lyden. Økning i det fjerde frekvensområdet (8-10 kHz) fremhever attacket og øker ’sprøheten’ i lyden. Selv om det ikke er veldig store forandringer jeg har gjort synes jeg at lyden har blitt bedre. Størst forandring har jeg gjort i frekvensområdet rundt 250 Hz der jeg har skrudd opp nivået med 5,3dB, og i frekvensområdet fra 8-10 kHz der jeg har skrudd opp med 8,8dB. I tillegg har jeg økt området rundt 115 Hz med 1,8dB og området rundt 4588 Hz med 3,3dB. Figuren under viser en analyse av lyden før og etter eq er brukt. Denne analysen er gjort med Paz-Analyzer.



Figur 65: Figuren viser forskjellen i peak-verdiene for de to lydene. Lyden uten eq er representert med den lyse grafen, mens den mørke representerer lyden med eq. Frekvens vises langs x-aksen mens amplitudenivå vises langs y-aksen.

Som forventet kan man kjenne igjen det som er gjort på equalizeren i grafen. De største utsvingene kan sees i områdene rundt 250 Hz og 9 kHz der man ser en klar økning av amplitudenivået.

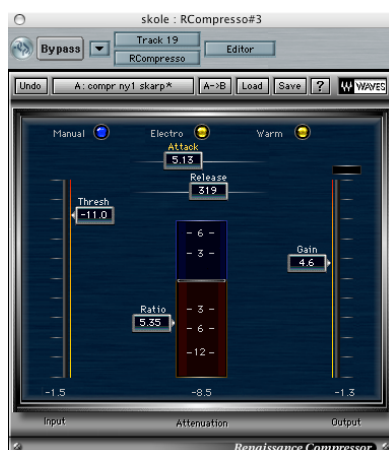
Det kan synes som om det ikke er noen vanlig praksis når det gjelder plassering av eq og kompressor i signalkjeden. Rekkefølgen har sannsynligvis en innvirkning på lyden, men det er ikke noe jeg skal undersøke her. Jeg har valgt å sette kompressoren etter eq'en, og lar derfor eq'en være på i resten av forsøkene.

4.4.6.2 Nr. 3 og 4

I dette forsøket skal jeg kun se på kompressor som et verktøy for å kunne 'forbedre' skarptrommelyden. Det vil si at jeg ikke vil gjøre noe forsøk som tar for seg hvordan kompressorer kan jevne ut signalet fra flere skarptrommeslag i løpet av f.eks. en låt.

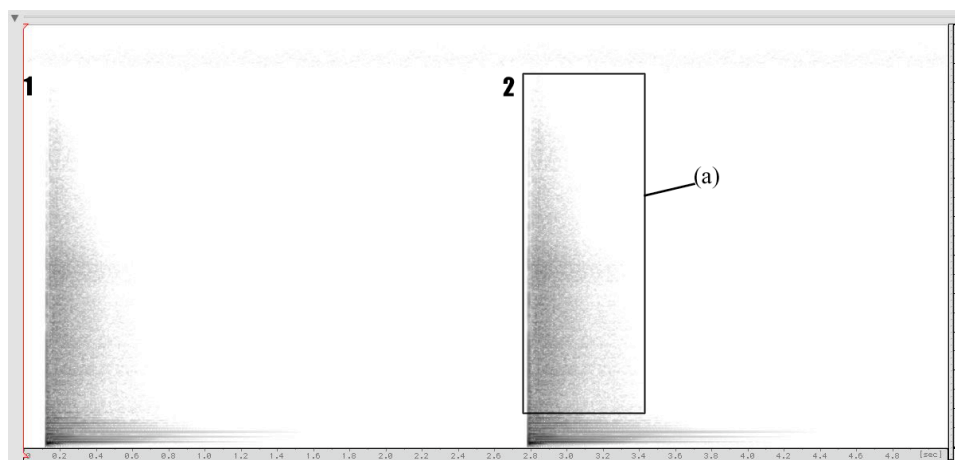
Innstillingene på kompressorene som jeg tar utgangspunkt i for dette forsøket er: Attakk: 5-10 ms, Release 150 ms og Ratio 4:1-6:1. Dette er, som vi har sett tidligere i oppgaven, anbefalte utgangsinstillinger for bruk av kompressor på skarptrommelyd.

Kompressoren som brukes er fra Waves og heter 'Renaissance Compressor'. Denne bruker en 'soft-knee', og kompressoren begynner å arbeide på signaler når amplituden er 3dB lavere enn hva 'threshold' er satt til å være. Lytteeksempel nr. 3 er resultatet av dette forsøket. Sonogrammet nedenfor (Figur 67) viser lyden før og etter bruk av kompressor. Innstillingene jeg syntes fungerte best i denne sammenheng er: Attakk 5,13; Release 319, Ratio 5,35 og Threshold -11. I tillegg har jeg satt gain ut fra kompressoren til +4,6dB slik at man får samme amplitudetopp i signalet som før kompressoren ble brukt.



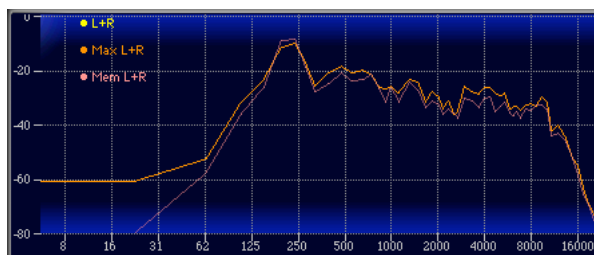
Figur 66: Figuren viser kompressoren og dens innstillinger som er brukt på skarptrommelyden.

Ved å ha en mindre verdi for attackinnstillingen enn det jeg har valgt, synes det som om man mister deler av attacket i skarptrommelyden. Derfor har jeg altså med gjeldene attackverdi beholdt det 'originale' attacket i lyden. Release-tiden er satt til å være relativt lang slik at ikke kompressoren skal reagere mer enn en gang for dette skarptrommeslaget. Etter å ha prøvd mange threshold-verdier kom jeg frem til at -11dB fungerte best for ikke å overkomprimere lyden. Figuren nedenfor viser et sonogram av lyden før og etter jeg har brukt kompressor.



Figur 67: Figuren viser sonogram av skarptrommelyden uten kompressor (1) og med kompressor (2). Svart farge har dB-verdi -1, mens dB-verdien for hvit farge er -95. Tid vises langs x-aksen (0-5 sek.) mens frekvens vises langs y-aksen (0-22 kHz).

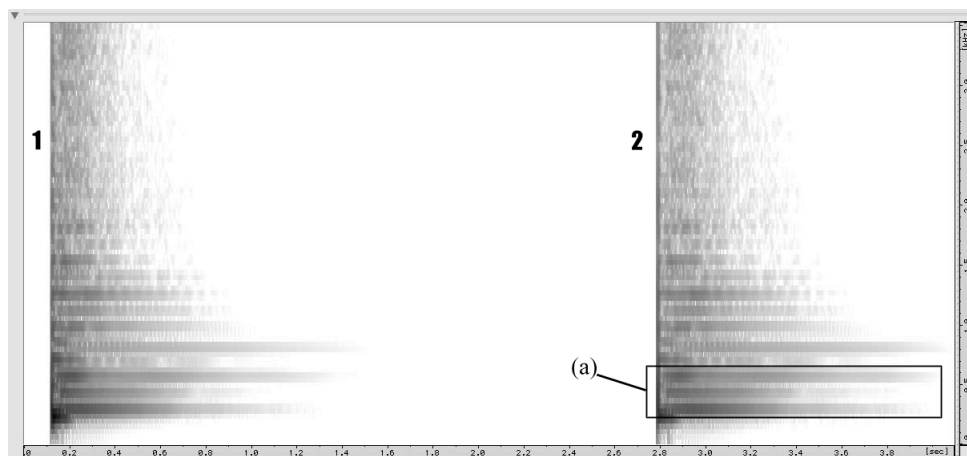
Av sonogrammet i Figur 67 ser man at det ikke er stor forskjell mellom de to lydene. De tydeligste forskjellene ser man i de høyere frekvensregisterne. Av sonogrammet kan man konkludere med at det er mer energi i frekvensregisteret fra cirka 2kHz og oppover når man har brukt kompressor (merket (a)). Ved de første auditive sammenligningene av disse to lydene er det kanskje ikke så lett å skille dem fra hverandre, men etter hvert høres det ut som om man har et kraftigere attack når man har brukt kompressor. Figuren nedenfor viser analyse gjort med Paz-Analyzer.



Figur 68: Figuren viser sammenligning av skarptrommeslag med og uten kompressor. Den lyse grafen viser lyden med kompressor. Frekvens vises langs x-aksen mens amplitudenivå vises langs y-aksen.

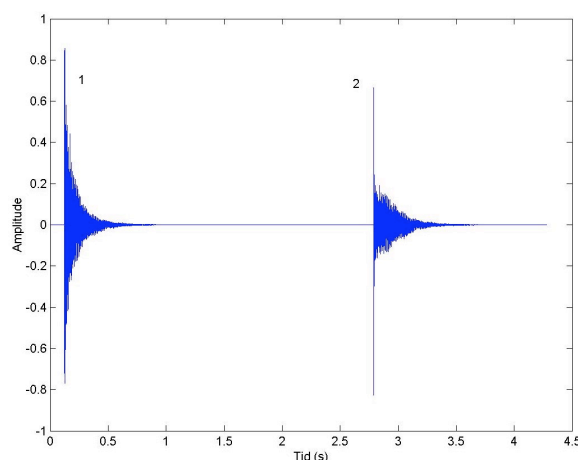
Av figuren over ser man at det er relativt stor forskjell mellom de to slagene. Ved bruk av kompressor ser man at vi over store deler av grafen får en større amplitudeverdi, så forskjellen mellom de to lydene kan både høres og sees. I frekvensregisteret fra 62 Hz og nedover er det ganske stor forskjell. Jeg regner med at denne store forskjellen skyldes at man ved bruk av kompressoren har fått hevet amplitudenivået, og som følge av få frekvensbånd i bunnregisteret har det blitt lekkasje mellom båndene som har ført til denne forskjellen. Man kan altså regne med at det egentlig er liten forskjell mellom disse to lydene i dette frekvensregisteret, men at denne forskjellen viser seg som større enn hva den egentlig er som følge av analyseverktøyets begrensninger i dette frekvensområdet. Ved å zoome inn i dette frekvensområdet i sonogrammet finner man ikke denne store forskjellen.

For å se hva som skjer med lyden med andre innstillinger på kompressoren, har jeg valgt å endre en del på de enkelte parametrene: Attakk 1,39; Release 5000, Ratio 6,62 og Threshold -31,2. Gain ut av kompressoren har jeg satt til +13,9dB. Lyden man nå får kan høres i lytteeksempel nr. 4. Hvis man sammenligner lyden fra disse to kompressorinnstillingene kan man høre ganske stor forskjell. Figuren nedenfor viser sonogrammet av disse to forskjellige kompressorinnstillingene i frekvensområdet fra 0-3,5 kHz.



Figur 69: Figuren viser sonogram av skarptrommelyd med to forskjellige kompressorinnstillinger. Svart farge har dB-verdi -1 , mens dB-verdien for hvit farge er -89 . Tid vises langs x-aksen (0-4,2 sek.) mens frekvens vises langs y-aksen (0-3,5 kHz).

En tydelig forskjell mellom de to lydene i sonogrammet finner man i frekvensområdet rundt 150-700 Hz (markert som (a) i Figur 69), der den andre kompressorinnstillingen gir mindre energi i dette området hvis man ser bort fra attacket. En annen viktig forskjell er attacket i lyden. Dette kan best illustreres med en representasjon i tidsdomenet. Figuren under illustrerer dette.



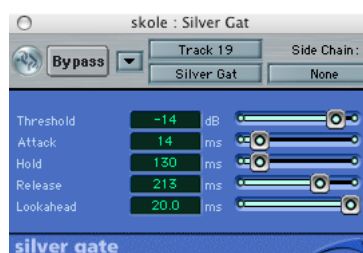
Figur 70: Figuren viser skarptrommelyden med to forskjellige kompressorinnstillinger. Amplitude vises langs y-aksen og tid langs x-aksen.

I Figur 70 kan man se at det er en tydelig forskjell i attacket i lyden mellom disse to ulike kompressorinnstillingene. Lyden til høyre i figuren har et tydelig kort og konsist attack. Samtidig ser man også at man har fått flatet ut amplitudekurven i den resterende delen av signalet. Dette viser altså hvordan kompressoren demper innholdet i lyden som kommer etter at den har begynt å arbeide slik at det blir en større amplitudeforskjell mellom disse to delene av lyden. Hvilken av disse to lydene som er best skal jeg ikke gjøre en kvalitativ vurdering av.

Som påpekt tidligere i oppgaven finnes det ingen regler for hva som er gode og dårlige innstillinger. Slik vil det være opp til hver enkelt å velge innstillinger etter smak og behov.

4.4.6.3 Nr. 5

Jeg skal her gjøre et forsøk med gate for også å ha med et praktisk eksempel på hvordan disse kan brukes. Som vi har sett tidligere kan det være nyttig å bruke 'gate' for å separere lyder fra hverandre, men jeg vil her bruke gate for å forsøke å få bort litt av etterslepet av resonansen i skarptrommelyden. Jeg har brukt en gate fra programvareprodusenten Emagic⁸¹. Innstillingene jeg har brukt kan man se i figuren nedenfor.



Figur 71: Figuren viser innstillingene jeg har brukt for gate-plugin'en.

I vedlagte program kan man høre resultatet i lydfil nr. 5. Lyden er nå veldig kort og konsis. Det er rimelig å anta at det aller meste av eventuelle refleksjoner fra rommet nå ikke er tilstede i lyden, og at man slik har et godt utgangspunkt for å legge på kunstig klang. Med dette mener jeg at det er minimal innflytelse av rommets akustiske karakteristikker på skarptrommelyden.

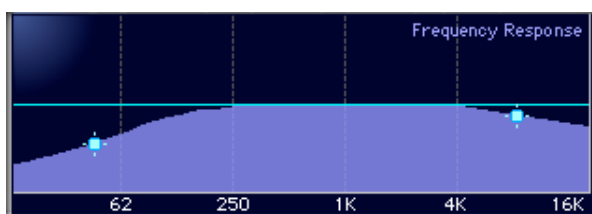
4.4.6.4 Nr. 6 og 7

Her hører man skarptrommelyden etter at jeg har lagt på klang. Jeg har valgt å bruke en kort klang for å få en følelse av rom. Grunnen til at jeg ikke har valgt å bruke en lengre klang er at hensikten med dette forsøket er å "plassere" skarptrommen i et rom som låter bedre enn hva det faktiske rommet som skarptrommelyden er tatt opp i gjør. Klangen er lagt på en bus⁸² slik at man kan kontrollere blandeforholdet mellom direktelyden og lyden fra klangen. For å komme frem til de innstillingene jeg har valgt har jeg tatt utgangspunkt i en forhåndsinnstilling som heter 'Studio A'. I lytteeksempel nr. 6 høres denne forhåndsinnstilling før jeg har endret på de ulike parametrene, mens man i lytteeksempel nr. 7 hører resultatet etter at jeg har endret på de ulike parametrene.

⁸¹ www.emagic.de

⁸² Dette vil si at en 'kopi' av signalet sendes til en annen utgang enn hva det originale signalet går til. Her kan man koble til f.eks. en effekt for så å sende lyden tilbake til mikseren og blande den med den originale lyden.

Parametrene jeg har valgt å bruke er de som jeg tidligere i oppgaven har beskrevet som vanlige parametere. Når det gjelder tidlige refleksjoner har jeg valgt å bruke en romstørrelse på 50 kubikkmeter. Tiden det tar for lyden å dø ut (decay) har jeg satt til 0,7 sek. Pre-Delay er satt til 10,5 ms. Når det gjelder tettheten av refleksjoner så har jeg satt den til å være 0,928, noe som vil si at den er nesten så stor som det er mulig å få dem (man har mulighet til å velge en verdi fra 0 til 1 hvor 1 er størst tetthet av refleksjoner). Mange mener at stor tetthet av refleksjoner fungerer bra på perkusive lyder. Frekvensresponsen jeg har valgt at rommet skal ha, vises i figuren under der man ser frekvens vist mot amplitude.



Figur 72: Figuren viser frekvensresponskurven for 'rommet'. Frekvens vises langs x-aksen mens amplitudenivå vises langs y-aksen.

Jeg har valgt å dempe litt i frekvensområdet fra 4 kHz og oppover, og jeg har også valgt å dempe i frekvensområdet fra 250 Hz og nedover (se Figur 72). Som vi har sett tidligere vil det være viktig å dempe det øvre frekvensregisteret for å simulere absorpsjonskarakteristikkene til ekte rom, da disse vanligvis har bedre absorpsjon av høye frekvenser enn av lave. I tillegg har jeg altså valgt å dempe i den nedre delen av frekvensregisteret da dette er anbefalt (White 1999 1, s.183). Hvis man sammenligner lytteeksemplene 5 og 7, så synes jeg at man ved bruk av kunstigklang på denne måten har oppnådd en følelse av romlighet, og at man kan få en fornemmelse av at skarptrommen er spilt inn i et rom som har akseptabel akustikk.

4.4.7 Oppsummering av forsøk nr. 1 til nr. 6

Forsøk nummer fire viste at man i de tre første forsøkene ville fått noe annerledes sonogrammer som følge av mikrofonvalg og mikrofonplassering. Allikevel er det rimelig å anta man ikke hadde avdekket andre svar i forhold til analysenes mål ved valg av andre mikrofoner eller mikrofonplasseringer.

I forsøk nr. 1 undersøkte jeg hvordan seiderne påvirker lyden i skarptrommen. I forsøk nr. 2 studerte jeg hvordan ulik plassering av slaget på skinnen påvirker lyden i skarptrommen, mens vi i forsøk nr. 3 så hvordan ulik kraft i eksitasjonen påvirker lyden. I forsøk nr. 4 har vi sett hvordan lyden som tas opp vil forandre seg i forholdt til mikrofonvalg og mikrofonplassering.

Vi har også sett på hvordan lyden blir når man bruker en ekstra mikrofon på skarptrommen (under-mikking).

Gjennom forsøkene i ”Forsøk 6” så vi at de forskjellige verktøyene arbeider ved ulike aspekter av lyden. Det er rimelig å anta at de innstillingene jeg har brukt ville gitt andre resultater hvis det hadde vært brukt en annen mikrofonplassering ved opptak av lyden, eller en annen rekkefølge på prosesseringsverktøyene. Som vi også har sett tidligere, vil forskjellige eq’er, kompressorer, gater og klangmaskiner låte forskjellig. Derfor ville altså eksakt like innstillinger som jeg har brukt trolig gitt et annet resultat ved valg av tilsvarende verktøy av andre merker eller typer. Det er også viktig å nevne at om man skulle sett på skarptrommelyden i forhold til en miks er det sannsynlig at helt andre innstillinger måtte brukes for å få en ’forbedring’ og en ’plassering’ av lyden. Men som nevnt tidligere var det ikke hensikten i dette forsøket å se på hvordan disse verktøyene blir brukt i forhold til genre eller tidsperioder (f.eks. 70-tallet eller 80-tallet). Det var heller ikke hensikten å se hvordan tilsvarende verktøy av ulik type ’farger’ lyden, men snarere ett forsøk for å få en forståelse av hvordan de kan forandre lyden fra man har tatt den opp til man har brukt de vanligste formene for prosesseringsverktøy. Resultatet av dette hører man ved å sammenligne lytteeksempel nr. 1 og nr. 7.

Med bakgrunn i forsøkene finner jeg det ikke urimelig å påstå at skarptrommelyden både i seg selv og i opptakssammenheng er veldig kompleks. Vi har sett hvordan små justeringer både når det gjelder plassering av slaget, kraft i slaget og plassering av mikrofonen spiller en viktig rolle for hvordan resultatet blir. Derfor er det naturlig å anta at man så og si aldri vil oppleve nøyaktig lik lyd fra ulike innspillinger.

5. Konklusjon

Oppgavens problemstilling om hva som er de viktigste bestanddeler av skarptrommelyden i opptakssammenheng har blitt belyst ut fra tre perspektiver. Først har vi sett hvordan en skarptromme er bygd opp, og da også teorien om vibrerende membraner. Videre har vi sett på det jeg valgte å kalle for utenforstående faktorer som innbefattet romakustikk, mikrofoner og prosesseringsverktøy. Til slutt gjorde jeg praktiske undersøkelser og så gjennom analyse av innspilt lyd hvordan valg av mikrofon og mikrofonplassering, samt hvordan de vanligste prosesseringsverktøy, påvirker lyden.

Skarptrommelyden er veldig kompleks og produserer et svært komplekst spektrum. Enkelt kan man si at det er to viktige generaliseringer ved skarptrommelyden. Den første er at jo hardere man slår på trommeskinnet, jo høyere blir lydens volum, og man får mer energi ved høyere frekvenser. Ved stadig mer kraft i eksitasjonen får man et spektrum som ligner mer og mer på støy. Dette er fordi et svakt slag vil sette seiderne i liten bevegelse, og slik vil membranenes ulike modus dominere lyden. Den andre generaliseringen vil dermed være at jo mer seiderne reagerer med underskinnet, dess mer støyaktig vil lyden bli, og slik forandrer den seg til et komplekst støyspektrum.

Vi har sett at lyd i rom oppfører seg på en kompleks måte og at rommet kan påvirke skarptrommelyden på ulike måter. I opptakssammenheng vil man ved bruk av nærmikkingsteknikk og mikrofoner med nyreformet retningsfølsomhet minke påvirkningen av rommets akustiske karakteristikk i signalet som tas opp. Undersøkelsene viste at kondensatormikrofonene fanget opp mer innhold i det øverste frekvensområdet enn hva de dynamiske mikrofonene gjorde. Ved å plassere mikrofonene veldig nære skarptrommen mister man noe av skarptrommens helhetlige tonale karakter og noen vibrasjonsmodus har en tendens til å dominere lyden som følge av deres strålingsmønstre. Bruk av mikrofon på både over- og undersiden av skarptrommen gjør at man kan legge til ønsket mengde av lyden seiderne produserer, og slik kan man altså få igjen noe av det man mister når man bruker bare en mikrofonen som er plassert noen få centimeter fra overskinnet.

Mens man med eq kan påvirke amplituden for ulike frekvensområder, kan man med kompressor påvirke hele dynamiske området for signalet. Ved hjelp av eq kan man fremheve

et instruments karakteristikk innenfor enkelte frekvensområder, og man kan dempe frekvensområder man ikke ønsker skal ha en fremtredende karakter i signalet. Kunstig klang gir brukeren muligheten til selv å ”konstruere” roms akustiske karakter slik at man kan simulere ulike rom.

Lyden som når frem til lytteren er oftest bearbeidet en del i forhold til den lyden utøveren selv hører når han eller hun spiller på instrumentet. Vi har sett hvordan ulike faktorer spiller inn på hvordan lyden formes frem mot det endelige resultatet. Som musiker og musikkviter har jeg gjennom denne oppgaven lært mye om lyden i en skarptromme, og hvordan utenforstående faktorer påvirker eller er en del av lyden i opptakssammenheng. Forhåpentligvis har også leseren fått en bedre forståelse av hvordan de ulike valg man tar med hensyn til eksitasjon, rom, mikrofoner og mikrofonplassering påvirker det klingende resultatet.

Selv om jeg her har konsentrert meg om skarptrommelyd i opptakssammenheng, vil jeg påstå at resultatene delvis kan ligge til grunn for en forståelse av skarptrommelyd i konsertssammenheng. Det er viktig å påpeke at jeg ikke mener at de kan overføres direkte. Snarere vil resultatene kunne ligge til grunn for slik forståelse. En helhetlig forståelse vil kreve innsikt i flere parametere som vil være tilstede i slike sammenhenger.

Jeg vil avrunde denne oppgaven med å peke på mulige undersøkelser som vil kaste ytterligere lys over emnet. Mens jeg i denne oppgaven kun har analysert lyden fra en skarptromme, ville det vært interessant å undersøke forskjellige typer skarptrommer. Det vil f.eks. være spennende å studere forskjeller i spektrumene mellom f.eks. skarptrommer av tre og skarptrommer av metall. Undersøkelser av trommesettet som helhet ville også vært interessant spesielt i forhold til bruken av mikrofoner og da lekkasje av lyd mellom mikrofonene sett i forhold til faseproblemer. Ved å undersøke trommesettet som helhet ville man også kunne undersøke eventuelle problemer i forhold til kamfiltrering da det er rimelig å anta at bruken av ’over-head’-mikrofoner vil fange opp en del av rommets akustiske karakter. En annen problemstilling det ville vært nyttig å se på, er hvordan ulike mikrofonforforsterkere påvirker skarptrommelyden. Undersøkelser av mikrofonteknikk og bruken av prosesseringsverktøy i forhold til genre ville også være interessant å studere.

Resultatene av undersøkelsene i denne oppgaven har forhåpentligvis tilført leseren bevissthet og forståelse av skarptrommelyd i opptakssammenheng.

Litteraturliste

Bøker:

- Butler, David. 1992: *The Musician's Guide to Perception and Cognition*. Schirmer Books, A Division of Macmillan, Inc. New York.
- Eargle, John 2001: *The Microphone Book*. Butterworth-Heinemann, USA.
- Everest, F. Alton, 1989: *The master handbook of acoustics*, 2nd edition. Tab books, USA.
- Fletcher, N. og T. Rossing. 1991. *The Physics of Musical Instruments*. New York: Springer-Verlag.
- Halmrast, Tor 2003: *Kompendium Lydteori I 2003*. Universitetet i Oslo, IMT.
- Huber, David Miles & Williams, Philip 1998: *Professional Microphone Techniques*. Artistpro.com, LLC. Vallejo.
- Irwin, James H. Jr. 1998: *Timbre effects caused by drumstick tip shapes/sizes*. The Journal of the Acoustical Society of America – May 1998.
- Jensenius, Alexander Refsum 2002: How do we recognize a song in one second? Hovedoppgave Universitetet i Oslo, IMT.
- Massey, Howard. 2000. *Behind the Glass*. Backbeat Books (formerly Miller Freeman Books).
- Mathews, Max: *What Is Loudness?*. Kapittel i: *Music, Cognition and Computerized Sound: An Introduction to Psychoacoustics*, editert av P.R. Cook. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Pierce, John: *Hearing in Time and Space. I Music, Cognition and Computerized Sound: An Introduction to Psychoacoustics*, editert av P.R. Cook. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Pucette, Miller & David Zicarelli. 1990. *MAX – An Interactive Graphical Programming Environment*. Menlo Park: Opcode Systems.
- Roads, Curtis 2000: *The Computer Music Tutorial*, fifth printing. MIT Press.
- Rossing, Thomas D. 1992: *Acoustics of snare drums*. Journal of the Acoustical Society of America July 1992.
- Rossing, Moore and Wheeler 2002: *The Science of Sound*, Third Edition. Pearson Education. San Francisco.
- Schloss, W. Andrew. 1985. On the automatic transcription of percussive music – from acoustic signal to high level analysis.
- Smith, Erik. 04.03. Musikkpraksis 04.03: *Materialet påvirker lyden*.
- Smith, Erik. 03.04. Musikkpraksis 03.04: *Skinnet påvirker lyden*.
- Smith, Erik. 04.04. Musikkpraksis 04.04: *Frem med stemmenøkkelen!*
- White, Paul, 1997: *Music Technology, a survivor's guide*. MPG Books LTD.

White, Paul, 1998: *Live sound for the performing musician*. Sanctuary Publishing Limited, The Colonnades, 82 Bishops Bridge Road, London W2 6BB.

White, Paul, 1999. *Creative Recording I*. Sanctuary Publishing Limited, London.

White, Paul, 1999. *Creative Recording II*. Sanctuary Publishing Limited, London.

White, Paul, 2000: *Basic Digital Recording*. Sanctuary Publishing Limited, London.

Zetterberg, Lennart 2002: *Ljudinnspelelingens ABS (ny utg)*. LTS förlag.

www-Referanser:

Berkeley Softwaredocs:

<http://cnmat.cnmat.berkeley.edu/Curricula/SoftwareDocs/AudioSculpt/audioscult.ABOUTPROCESSING.html> [Last modified 24 September 2003].

Bokmålsordboka: <http://www.dokpro.uio.no/ordboksoek.html> [Lesedato: diverse våren 2004].

Caplex. Nettleksikon. <http://www.caplex.net> [Lesedato: diverse våren 2004].

D'Antonio, Dr. Peter. Artikkel basert på rapport skrevet av D'Antonio.:

<http://www.customaudiodesigns.co.uk/articles/rpgpaper.htm>, [Lesedato: 12.mars 2004].

Dennis, Robert: <http://www.recordingeq.com/EQ/req0402/correct.htm> [Lesedato: Januar 2004].

Five Channels: <http://www.fivechannels.com/ordlistan.htm> [Lesedato: 6. April 2004].

Hammer, Øyvind 1994:

<http://www.notam02.no/arkiv/kurs/DIGLYD/node18.html#SECTION00530000000000000000> [sist oppdatert 1.sept. 1999].

Ludwig, A: http://www.silcom.com/~aludwig/Room_acoustics.html [Lesedato: April 2004].

Moulton, Dave L: http://www.moultonworld.pwp.blueyonder.co.uk/Lecture30_page.htm [Lesedato: august 2004].

Neumann: <http://neumann.com/infopool/mics/produkte.php?ProdID=s180> [Lesedato: 22.08.2004].

Okamoto, Gene: <http://www.pearldrums.com/> [Lesedato: 20 september 2004].

Pender, Terry: Low-Frequency Response Characteristics.

<http://www.music.columbia.edu/cmc/courses/g6630/mic2.html> [Lesedato: september 2003].

Pittman, Aspen: *Choosing & Using Microphones*. http://www.m-audio.com/images/en/manuals/Record-Now_Mic-Guide.pdf [Lesedato: 15 mai 2004].

Polikar, Robert: The Wavelet Tutorial.

<http://users.rowan.edu/~polikar/WAVELETS/WTpart1.html> [second edition June 5 1996].

Reid, Gordon 2002: artikkel i sound on sound.

<http://www.soundonsound.com/sos/jan02/articles/synthsecrets0102.asp> [Published in sos February 2002].

- Riskedal, E. 2000: <http://www.ii.ib.no/~espenr/hovedfag/index.html> (pdf dokument sist oppdatert: 26.11.2000).
- Rossing, Thomas D. 1996. *Modes of Vibration and Directivity of Percussion Instruments*. <http://www.acoustics.org/press/131st/lay10.html> [Popular version of paper 3aAA2 15 May 1996].
- UCSC: http://arts.ucsc.edu/EMS/Music/tech_background/TE-02/modes/Modes.html [last modified 19 May 2000].
- UCSC II: http://arts.ucsc.edu/ems/music/tech_background/TE-02/teces_02.html. [last modified 19 May 2000].
- White, Paul, 1996: *Eq: A new perspective*. http://www.soundonsound.com/sos/1996_articles/feb96/eq.html?session=ac3948444c2fe5e518c0df1b61eed29a [Published i sos February 1996].
- White, Paul, 2001: *Advanced Reverberation: Part 1*. <http://www.soundonsound.com/sos/Oct01/articles/advancedreverb1.asp?session=885222b27b484bc0e7ba7b7b959f7828> [Published in sos October 2001].
- White, Paul, 2001 II: *Advanced Reverberation: Part 2*. <http://www.soundonsound.com/sos/Oct01/articles/advancedreverb1.asp?session=885222b27b484bc0e7ba7b7b959f7828> [Published in sos November 2001].
- Wordiq: <http://www.wordiq.com> [Lesedato: 27. juni 2004].
- Ypsilon: <http://www.cs.tut.fi/~ypsilon/80545/RoomAcoustics.html> [Lesedato: 18. mars 2003].

Appendiks: Innhold på cd-rom

Kom igang

Dobbelt klikk på filen 'start.html' på cd-rom'en for å få tilgang til programmene. På PC starter html-siden av seg selv. Ved å dobbeltklikke på aktuelle link kommer programmet frem, og man må så dobbeltklikke på selve programmet for å kjøre det. På Windows XP starter programmene automatisk, men sjansene er allikevel store for at man her må godkjenne starten av programmene av sikkerhetshensyn.

Filer og mapper på CD-rom

- **Programmer:** I denne mappene ligger de enkelte programmer med tilhørende filer kompilert fra forskjellige Max/Msp patch'er.
- **Web:** I denne mappen ligger html-filene som brukes for å navigere mellom de ulike programmene. Bruk filen 'start.html' for å åpne.
- **Patcher:** Her ligger de originale Max/Msp patch'ene. Man må ha Max/Msp 4.5 for å kunne kjøre disse.
- **start.html:** Denne filen kan åpnes i en web-leser for å få enkel tilgang til de ulike programmene.

Programmene

- **Syntese av skarptrommelyd:** Bruk 'mellomromstast' på tastaturet for å trigge lyden. Resultatene hentes frem til høyre i programmet ('Presets'). Disse er nummerert fra 1 til 5.
- **Kamfilter:** Eksempel på kamfiltrering av skarptrommelyd hvor man kan sette volumet for direkte- og reflektert lyd.
- **Forsøk 1:** Lytteeksempler fra dette forsøk. Forskjell mellom seider fra- og tilkoblet. Klikk på de grønne knappene.
- **Forsøk 2:** Lytteeksempler fra dette forsøk. Ulik eksitasjon – forskjellig plassering på skinnet. Klikk på de grønne knappene.
- **Forsøk 3:** Lytteeksempler fra dette forsøk. Ulik kraft i eksitasjonen. Klikk på de grønne knappene.
- **Forsøk 4:** Lytteeksempler fra dette forsøk. Mikrofonplassering og mikrofonvalg. Klikk på de grønne knappene.
- **Forsøk 5:** Lytteeksempler fra dette forsøk. Over- og undermikking. Klikk på de grønne knappene.
- **Forsøk 6:** Lytteeksempler fra dette forsøk. Ulike prosesseringsverktøy. Klikk på de grønne knappene.